

5-6 1981

AUTOMATYKA KOLEJOWA

**STEROWANIE RUCHEM. ŁĄCZNOŚĆ.
INFORMATYKA**

PL ISSN 0137-2858



PKP

SPIS TREŚCI

- 129 **WOJCIECH GŁAZEK, LECH HEINRICH**
Symulacyjne wyznaczenie liczby końcówek w systemie zarządzania stacją rozrządową
- 137 System modułów elektronicznych o zwiększonej niezawodności dla urządzeń sterowania procesami technologicznymi (oprac. Halina Olczak)
- 145 **JAN SUCHODOLSKI**
Metoda przewidywania wartości natężenia pola w określonej sytuacji terenowej
- 151 **ANDRZEJ HOLEWIŃSKI**
Elektryczny napęd zwrotnicowy typu SAXBY Matr 68
- 154 **JERZY SKORWIDER**
Testowanie zestawów przekąźnikowych
- 156 **JERZY WŁODARCZYK**
ANZ II elektroniczny system automatycznego nastawiania zwrotnic na górze rozrządowej
- 162 **JÓZEF PERENC**
Wybrane problemy projektowania podsystemu zaplecza technicznego kolei
- 165 **STANISŁAW MAKOWSKI**
Kierunek — zintegrowany system automatycznego sterowania transportem kolejowym
- 167 **Z PRASY ŚWIATOWEJ**
Trakcyjne połączenia poprzeczne i torowe obwody prądu zmiennego
- 171 Kontrola prędkości i drogi hamowania w meirze Amsterdamu
- 173 Sposób eksploatacji systemów zrk na kolejach brytyjskich
- 4 okł. Eksperyment kolei japońskich — stała obserwacja prędkości



REDAKCJA
ul. Kazimierzowska 52,
02-546 Warszawa,
tel. 49-23-04 i kolej. 16-60

Skanował: Artur Palka

Wydawca:
**WYDAWNICTWA
KOMUNIKACJI
I ŁĄCZNOŚCI**
ul. Kazimierzowska 12
02-546 WARSZAWA
tel. 49-27-51

Redaguje kolegium w składzie:
prof. dr hab. M. Dąbrowa-Ba-
jon, mgr inż. N. Gruchała
(z-ca red. naczelnego), mgr inż.
St. Makowski, mgr inż.
Z. Mościcki (red. naczelny),
dr inż. J. Suchodolski, dr A.
Wieladek, D. Kaczmarek (se-
kretarz redakcji).
przy współpracy ze Stowarzy-
szeniem Inżynierów i Techni-
ków Komunikacji

Nakład 1.870 egz., format A-4. Opolskie Zakłady Gra-
ficzne im. Jana Łangowskiego, ul. Niedziałkowskiego
8-12, 45-095 OPOLE. Zam. 0690-1301-81, L-102.
Indeks 35192

Warunki prenumeraty:

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa—Książka—Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele, w terminach: do 25 listopada — na I kwartał, I półrocze i cały rok następny. Do dnia 10 miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty — odpowiednio na II kwartał, II półrocze, III i IV kwartał.

Cena prenumeraty rocznej — zł 240, półrocznej — zł 120, kwartalnej — zł 60.

Instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”, w miejscowościach w których nie ma Oddziałów RSW „Prasa—Książka—Ruch” w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw RSW „Prasa—Książka—Ruch”, ul. Towarowa 28, 00-958 WARSZAWA, konto NBP XV Oddział w Warszawie nr 1153-201045-139-11, w terminach podanych dla prenumeraty krajowej. Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50 proc. dla zleceniodawców indywidualnych i o 100 proc. dla zlecających instytucji, organizacji i zakładów pracy.

AUTOMATYKA KOLEJOWA



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

ROK IV (XXVIII)

MAJ - CZERWIEC ■ 1981

mgr inż. **WOJCIECH GŁĄZEK**

BPK Katowice

mgr inż. **LECH HEINRICH**

COBiRTK — RG Katowice

Symulacyjne wyznaczenie liczby końcówek w systemie zarządzania stacją rozrządową

Wstęp

Wzorując się na podobnych systemach, realizowanych za granicą, również PKP przygotowują lub wdrażają systemy zarządzania stacjami rozrządowymi przy użyciu środków i metod informatyki. Zasadniczym elementem każdego z takich systemów jest część dotycząca spisywania składów pociągowych. Spisywanie składów w każdym z tych systemów przebiega podobnie. Składy wagonowe są spisywane przez spisywacza współpracującego drogą radiotelefoniczną z operatorem urządzenia wprowadzania danych. Powstaje „Wykaz wagonów w składzie pociągu” (R-7) z przybycia lub z odejścia. Na przybyciu R-7 stanowi podstawę do sporządzenia karty rozrządowej, na odejściu — może być użyty do awizowania składu. Różnica między poszczególnymi realizacjami systemu zarządzania polega na zastosowaniu odmiennego sprzętu, a co za tym idzie — różnej organizacji systemów, sposobu ich eksploatacji, rozległości pełnionych przez nie funkcji dodatkowych na rzecz dyspozytury itd. Opis tych systemów podaje np. [1, 5].

Opracowując system zarządzania stacją rozrządową w BPK w Katowicach, zdecydowano się wykorzystać autonomicznie działające końcówki systemowe. Każda końcówka będzie odrębnym stanowiskiem spisywania. Będzie ona wyposażona w monitor ekranowy, drukarkę oraz pamięć masową. Po spisaniu składu pociągowego lub kilku takich składów, treść wykazu R-7 może być transmitowana do ośrodka przetwarzania danych. Podstawą techniczną budowy takiej końcówki w kraju może być np. Programowana Stacja Gromadze-

nia i Przetwarzania Danych, typ PSPD-90, produkcji MERA-KFAP. Urządzenie to jest obecnie przygotowywane wspólnie przez Instytut Systemów Sterowania Zjednoczenia MERA oraz Biuro Projektów Kolejowych w Katowicach w celu spisywania składów kolejowych i transmisji danych.

Przedstawiona tutaj metodyka i środki projektowania mogą być zastosowane również w przypadku systemu zorganizowanego w oparciu o urządzenia wprowadzania danych pracujące on-line z procesorem.

Sformułowanie problemu

Podczas opracowywania projektu systemu spisywania składów pociągowych napotyka się problem właściwego doboru liczby potrzebnych końcówek i kanałów radiotelefonicznych oraz personelu (spisywaczy i operatorów końcówek) — przy różnych natężeniach ruchu na stacji oraz w zmieniających się warunkach współpracy końcówek między sobą (w trakcie rozbudowy systemu). Problem ten jest istotny zwłaszcza dla stacji będących w budowie lub o nietypowej technologii pracy, wynikającej np. z potrzeby obsługi dużych bocznicy.

Projektowanie tego rodzaju systemów przebiega zwykle dwustopniowo. Przede wszystkim oszacowuje się liczbę potrzebnego sprzętu i ludzi, przyjmując górne granice ich obciążenia pracą. Następnie, mając tym sposobem określone wartości wyjściowe, szuka się wartości liczbowych większości parametrów, które charakteryzują pracę danej konfiguracji, zmienia się ją itd., aż do osiągnięcia zadowalającego rezultatu.

Określenie konfiguracji systemu spisywania składów na podstawie górnych granic obciążenia pracą

Chcąc określić konfigurację systemu spisywania składów, stanowiącą punkt wyjścia do poszukiwania konfiguracji najlepszej, przyjęto następujące założenia:

- końcówki systemowe zostaną zgrupowane w paru punktach na terenie stacji i z każdego punktu będą obsługiwały spisywaczy z jednego rejonu stacji. Rejony, na jakie stacja zostanie w ten sposób podzielona, nie będą zachodziły na siebie;
- wszystkie końcówki znajdujące się w danym punkcie będą miały takie same możliwości w zakresie obsługi spisywaczy;
- każda końcówka może obsługiwać w danym momencie jednego spisywacza.

System spisywania składów można potraktować jako system masowej obsługi. Zgłoszeniami do tego systemu będą pociągi, obsługą — spisanie pociągu.

Z literatury fachowej [3, 4] wynika, że w typowych systemach masowej obsługi maksymalne obciążenie pracą, liczone jako ułamek czasu zajętości przez pracę, wynosi $0,7 \div 0,8$. Przyjmijmy, że dla spisywacza będzie ono wynosiło 0,7, a dla końcówki i kanału radiotelefonicznego — 0,8.

Zapotrzebowanie na czas pracy końcówek i spisywaczy można obliczyć po ustaleniu średniego czasu spisywania. Biorąc pod uwagę doświadczenia stacji Nowa Huta z końcówkami opartymi na minikomputerach MERA-303, przyjęto, że średni czas spisywania (nie licząc czasu podjęcia do składu itp. czynności dodatkowych) wynosi 15 minut. Stąd liczba końcówek i kanałów radiotelefonicznych, potrzebnych do spisania n składów, będzie równa zaokrągleniu do najbliższej liczby całkowitej, większej niż

$$k = \frac{n \times 15}{1440 \times 0,8} = n \times 1,3 \times 0,01 \quad (1)$$

Liczba potrzebnych spisywaczy będzie równa zaokrągleniu do najbliższej liczby całkowitej większej niż:

$$s = \frac{n \times 15}{1440 \times 0,7} = n \times 1,49 \times 0,01 \quad (2)$$

Stąd wynika, że jeden spisywacz może obsłużyć maksymalnie 67 pociągów na dobę, a jedna końcówka — 76 pociągów na dobę. Wyniki symulacji współpracy spisywacza z końcówką, w „standardowych” warunkach pracy wskazują, że chociaż podane wartości obciążenia pracą spisywacza są osiągalne, to jednak spisywacz nie powinien obsługiwać więcej niż około 50 pociągów na dobę. Odpowiada to współczynnikowi wykorzystania wynoszącemu 0,5 lub średniemu czasowi spisy-

wania wynoszącemu 20 minut. Wzory 1 i 2 przyjmują wtedy następującą postać:

$$k = n \times 1,7 \times 0,01 \quad (1')$$

$$s = n \times 2 \times 0,01 \quad (2')$$

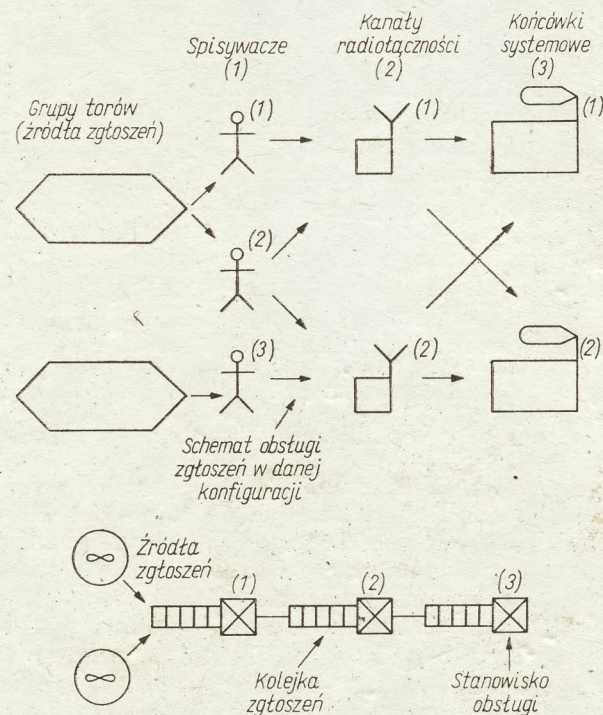
Określenie konfiguracji systemu spisywania składów drogą symulacji jej pracy

Aby uzyskać dokładniejsze dane na temat właściwości konfiguracji systemu — określonej wstępnie wg wzorów (1') i (2') — posłużono się programem komputerowym symulującym jej pracę. Model współpracy spisywaczy z końcówkami systemowymi, stanowiący podstawę do realizacji ww. programu, opiera się na następujących założeniach:

a) pociągi (składy wagonowe), zgłaszane do spisywania na torach dowolnej grupy, tworzą strumień zgłoszeń oczekujących na obsługę. Wielkość odcinków czasu pomiędzy zgłoszeniami jest opisana rozkładem wykładniczym przesuniętym o wartość stałą, charakterystyczną dla danej stacji;

b) spisywanie składu stanowi wielofazowy proces obsługi zgłoszenia. Poszczególne fazy obsługi zgłoszenia przebiegają następująco (rys. 1):

- przydzielenie wolnego spisywacza,
- przydzielenie wolnego kanału radiolączności,
- przydzielenie wolnej końcówki lub — w razie jej braku — sprawdzenie, czy jedna z końcówek może spisywać dwa składy. Jeżeli nie, spisywacz czeka na zwolnienie końcówki (pkt d),
- właściwe spisanie składu;



Rys. 1. Schemat budowy modelu systemu spisywania składów pociągowych

c) czasy spisywania składów na danej grupie torów są opisane rozkładem normalnym, dwustronnie obciążonym. Parametry spisywania są stałe dla danej grupy torów;

d) wtedy, gdy spisywacz ma przydzielony (wolny) kanał radiołączności, a wszystkie końcówki są zajęte spisywaniem, to jedna z końcówek rozpoczyna współpracę z tym spisywaczem w trybie pracy dwutorowej. Czas spisywania dwu składów wydłuży się wówczas o 1/4. Technicznie jest to możliwe dzięki podziałowi pola monitora ekranowego na dwie części, które odpowiadają dwóm składom;

e) model uwzględnia czas zwłoki pomiędzy zakończeniem spisywania jednego składu przez spisywacza a rozpoczęciem spisywania następnego składu. Czasy zwłoki są opisane rozkładem normalnym, dwustronnie obciążonym, o parametrach takich samych dla wszystkich grup torowych;

f) przewiduje się możliwość transmitowania wykazu R-7 od końcówek do centralnego ośrodka przetwarzania danych. Czas transmisji przyjmuje się stały. Transmisja następuje zawsze po spisaniu zadanej liczby składów;

g) nadmierny wzrost intensywności ruchu pociągów może spowodować stały wzrost długości kolejek, po przekroczeniu której konfigurację uznaje się za niestabilną;

h) w konstrukcji modelu założono, że końcówka pracuje zawsze w jednym zadaniu, tj. albo służy do spisywania, albo do transmisji, ale nie realizuje tych czynności równocześnie;

i) w standardowych warunkach pracy końcówek przyjęto następujące parametry symulowania procesów losowych:

- parametry spisywania:
 - średni czas spisywania — 15 min.,
 - wariancja czasu spisywania — 4 min.,
 - czas spisywania minimalny — 12 min.,
 - czas spisywania maksymalny — 22 min.,
- parametry przerwy pracy spisywacza, związanej z przejściem od jednego składu do następnego:
 - średni czas przerwy — 3 min,
 - wariancja przerwy — 1 min,
 - wartość minimalna przerwy — 0 min,
 - wartość maksymalna przerwy — 6 min,
- parametry transmisji danych do centrum przetwarzania czas transmisji — 5 min, liczba zbiorów (R-7), po zebraniu których następuje transmisja 3.

Parametry spisywania zostały przyjęte na podstawie danych uzyskanych z eksploatacji mini-komputerów MERA-303, użytych do spisywania składów pociągowych na stacji Nowa Huta.

Zasady interpretacji wyników symulacji

Program symulujący pracę instalacji służy do porównania różnych konfiguracji systemu.

Z punktu widzenia stacji, na której będzie instalowany system, analizowane konfiguracje powinny być porównane z:

a) czasem oczekiwania na spisanie pociągów zgłaszających się na stację (będącym czasem reakcji systemu na zgłoszenie);

b) kosztami zainstalowania i eksploatacji systemu;

c) liczbą końcówek, kanałów radiołączności i spisywaczy;

d) równomiernością obciążenia pracą wszystkich elementów systemu.

Symulacja pracy różnych wariantów konfiguracji pozwala określić liczbowe wskaźniki charakteryzujące poszczególne cechy badanych wariantów (podanych powyżej). Bada to następujące wielkości:

ad a) Czas średni T_r i odchylenie średnie kwadratowe czasu oczekiwania na spisanie (czasu reakcji systemu). Prawdopodobieństwo P_z tego, że pociąg nie zostanie spisany bezpośrednio po zgłoszeniu się do systemu. Liczba pociągów spisywanych bezpośrednio po zgłoszeniu się na stację, tzw. „efektywność systemu” [6]. Efektywność = $Int(1 - P_z)$, gdzie: Int — liczba wszystkich zgłaszających się pociągów, a P_z — prawdopodobieństwo oczekiwania na spisanie.

ad b) Efektywność ekonomiczna danego wariantu konfiguracji. Za miarę efektywności przyjęto wartość wynikającą ze wzoru:

$$\text{Efektywność} = \frac{Int(1 - P_z)}{\text{koszt eksploatacji}}$$

* Koszt eksploatacji oznacza koszt eksploatacji danej konfiguracji za jeden rok, liczony względem konfiguracji najtańszej z badanych.

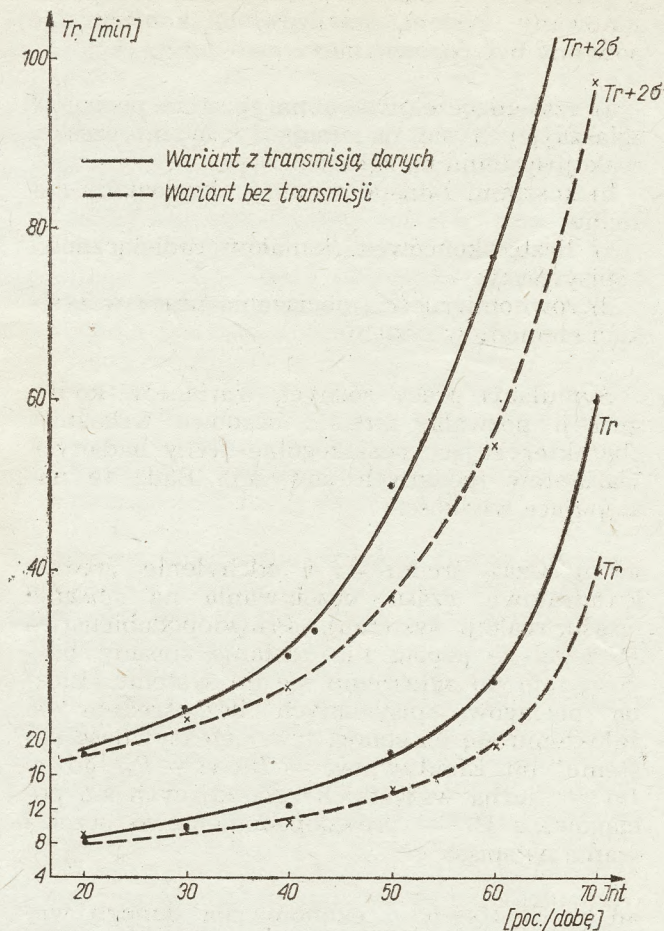
ad d) Średnie obciążenie pracą poszczególnych spisywaczy i operatorów końcówek, mierzone względny czasem pracy oraz średnia i odchylenie średnie kwadratowe przerw w pracy końcówek. Czas pracy operatorów końcówek w trybie obsługi dwu składów jednocześnie.

Przykłady symulacyjnych analiz konfiguracji systemu

Przykład 1. Współpraca spisywacza z końcówką

Rysunki 2, 3 i 4 oraz tablica 1 podają wyniki symulacji pracy najprostszej konfiguracji systemu, składającej się z jednego spisywacza i jednej końcówki. Obliczenia przeprowadzono dla standardowych parametrów pracy systemu — w wariantach z transmisją oraz bez transmisji do centrum obliczeniowego.

Natężenie ruchu, przy którym następuje szybki wzrost czasu reakcji T_r (tzw. natężenie krytyczne) wynosi (rys. 2) 55 poc./dobe



Rys. 2. Przykład 1: zależność czasu reakcji systemu od liczby spisywanych składów

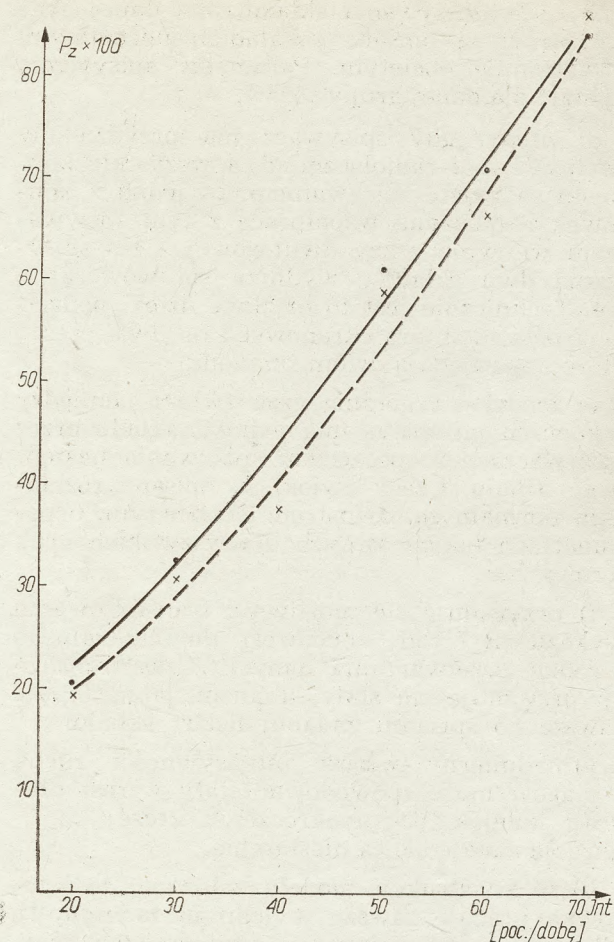
wtedy, gdy brak jest transmisji oraz 45 poc./dobę, przy założeniu transmisji do centrum. Znaczne różnice w wielkości czasu reakcji są widoczne dla natężeń ruchu powyżej 50 poc./dobę.

Na rysunku 2 podano również wykresy $T_r \pm 2\sigma$, ponieważ wg pozycji bibliograficznej, w przedziale $T_r \pm 2\sigma$ mieści się około 90% wszystkich, praktycznie spotykanych czasów reakcji. Przebieg krzywych opisujących prawdopodobieństwo oczekiwania na spisanie (rys. 3) jest podobny dla obydwu wariantów pracy systemu.

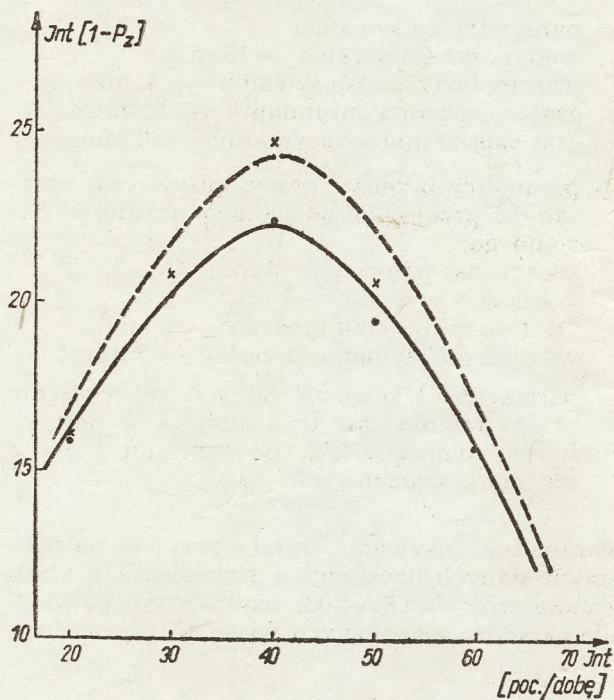
Maksimum efektywności dla obydwu wariantów przypada dla intensywności 40 poc./dobę (rys. 4).

Przykład 2. Konfiguracja systemu dla wybranej stacji rozrządowej

Należy zaprojektować system dla stacji rozrządowej w układzie torowym przedstawionym na rysunku 5. Końcówki systemowe powinny obsługiwać spisywaczy na torach grup P1, K1, TR, P2, O2. Stacja obsługuje jedną bocznice. Składy mieszane, kierowane na bocznice, są przedstawiane na torach grupy K1. Czasy spisywania tych składów są wydłużone w porównaniu z czasami spisywania na innych grupach i wyniosą średnio 22 min. Końcówki



Rys. 3. Przykład 1: zależności prawdopodobieństwa oczekiwania na spisanie od liczby spisywanych składów



Rys. 4. Przykład 1: zależności efektywności systemu od liczby spisywanych składów

Tablica 1. Wybrane wyniki symulacji instalacji dla przykładu 1 (1 spisywacz, 1 kanał radiołączności, 1 końcówka)

Intensywność ruchu pociągów	Współczynnik wykorzystania spisywacza	Średnia przerwa w pracy końcówki	Odchylenie średnie kwadratowe przerwy
bez transmisji danych			
20	0,199	60,4	69,7
30	0,308	34,0	43,6
40	0,422	20,9	25,5
50	0,528	13,5	20,95
60	0,627	9,1	13,0
70	0,749	5,2	7,7

z transmisją danych do centrum obliczeniowego			
20	0,215	59,4	64,8
30	0,325	33,9	40,7
40	0,411	23,4	29,8
50	0,555	13,5	19,0
60	0,624	10,0	14,1
70	0,742	5,31	7,6

Uwaga: wartość czasów podano w minutach. Tablica podaje wartości średniej i odchylenia średniego kwadratowego przerwy w pracy końcówki, liczone dla niezerowych odcinków czasu przerwy.

służące do spisywania powinny być zainstalowane w budynkach nr 1 i 2. Stacja jest w budowie i przewiduje się wzrost jej obciążenia pracą w sposób przedstawiony w tablicy 2, która zawiera średnie roczne intensywności ruchu pociągów. Ponieważ system musi być zaprojektowany z uwzględnieniem wahań rzeczywistych intensywności ruchu w odcinkach czasu rzędu godzin, należy w symulacji brać pod uwagę również intensywności większe od normatywnych.

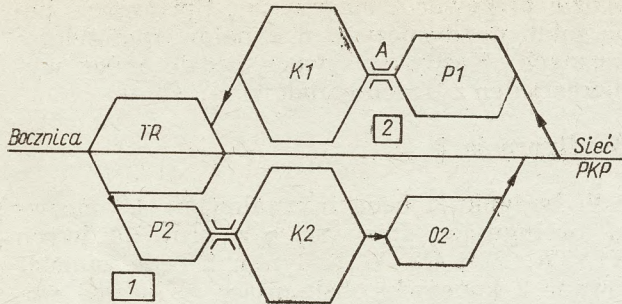
Liczby końcówek i kanałów radiołączności:

$k = 273 \times 1,7 \times 0,01 = 4,6 \approx 5$ końcówek

Liczby spisywaczy dla poszczególnych grup:

$s(P1) = 65 \times 2 \times 0,01 = 1,3 \approx 2$ spisywaczy
 $s(TR) = 65 \times 2 \times 0,01 = 1,3 \approx 2$ spisywaczy
 $s(P2) = 37 \times 2 \times 0,01 = 0,74 \approx 1$ spisywacz
 $s(O2) = 44 \times 2 \times 0,01 = 0,88 \approx 1$ spisywacz.

Przyjmując średni czas spisywania na grupie K1 równy 22 minuty, mamy:



Rys. 5. Przykład 2: schemat układu grup torowych stacji

$$s(K1) = \frac{22 \times 62}{1440 \times 0,7} = 1,35 \approx 2 \text{ spisywaczy.}$$

Na tej podstawie przyjęto do symulacji warianty konfiguracji podane poniżej.

Konfiguracja 1

W budynku 1 będzie zainstalowanych 5 końcówek współpracujących ze spisywaczami na terenie całej stacji. Na terenie stacji będą pracowali spisywacze w następującej liczbie:

- grupa P1 2 spisywaczy
- grupa K1 2 spisywaczy
- grupa TR 2 spisywaczy
- grupa P2 1 spisywacz
- grupa O2 1 spisywacz

Spisywacze będą mieli do dyspozycji 5 kanałów radiołączności, przy czym każdy z nich może pracować w jednym z trzech kanałów. Przyjęto taki sposób wybierania kanałów, aby obciążenie wszystkich kanałów było równomierne.

Konfiguracja 2

W budynku 1 będzie zainstalowanych 6 końcówek współpracujących ze spisywaczami z terenu całej stacji. Spisywacze na grupach torowych będą pracowali w tej samej liczbie, jak w konfiguracji 1, z tym że na grupie O2

Tablica 2. Wartości intensywności ruchu na stacji (liczba pociągów spisywanych na poszczególnych grupach torów)

P1	31	42	52	65	73	84
K1	31	42	52	65	73	84
TR	30	40	50	62	70	80
P2	18	24	30	37	42	48
O2	21	28	35	44	50	57

Uwaga: zaznaczono intensywność przewidywaną jako normatywną. Stosując wzory (1) i (2) znajdziemy minimalne liczby końcówek, kanałów radiołączności i spisywaczy potrzebne, aby system mógł realizować swoje funkcje.

będzie pracować 2 spisywaczy. Spisywacze będą mieli do dyspozycji 6 kanałów radiotelefonicznych. Każdy spisywacz będzie mógł wybierać jeden z trzech kanałów.

Konfiguracja 3

W budynku 1 będą zainstalowane 4 końcówki obsługujące spisywaczy z grup torowych K1, TR, P2 i O2. W budynku 2 będą zainstalowane 2 końcówki obsługujące wyłącznie spisywaczy grupy P1. Spisywacze na grupach K1, TR, P2, O2 będą mieli do dyspozycji 4 kanały radiołączności. Spisywacze na grupie P1 — 2 kanały. Każdy spisywacz z grupy K1, TR, P2, O2 będzie mógł wybierać jeden z trzech kanałów; podobnie każdy spisywacz z grupy P1 będzie mógł wybierać jeden z dwóch kanałów radiołączności. Liczba spisywaczy na poszczególnych grupach torowych będzie taka sama, jak w konfiguracji 2.

Konieczność rozważenia konfiguracji 3 wynika z możliwości zmiany sposobu współpracy stacji z bocznica wskutek wprowadzenia systemu zarządzania. Zmiana ta polegałaby na transmitowaniu, przez końcówki, informacji o składach z grupy P1 wprost na bocznice.

Najtańszą w eksploatacji jest konfiguracja 1. Względny koszt eksploatacji konfiguracji 2 i 3 będzie 1,17 razy większy.

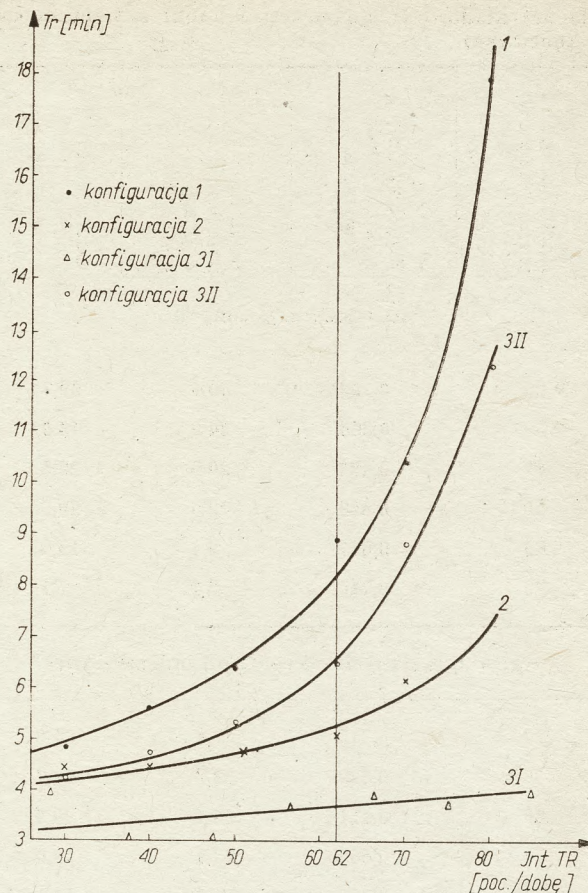
Dyskusja wyników symulacji

Dla każdej konfiguracji przeprowadzono obliczenia w dwóch wariantach — dla przypadku transmisji danych do centrum obliczeniowego oraz przy braku transmisji. Wyniki obliczeń przedstawione na rysunkach 6, 7, 8 i 9 oraz w tablicach 3 i 4 odnoszą się do przypadku z transmisją. W dyskusji podano jedynie bardziej charakterystyczne różnice występujące w wynikach dla przypadku braku transmisji. Podane wykresy odnoszą się do intensywności ruchu na grupie TR. Intensywność tę oznaczono $Int\ TR$. Konfiguracja 3 rozpada się w istocie na dwie niezależne konfiguracje — jedną, obejmującą grupę P1 i drugą, obejmującą resztę stacji. Dane odnoszące się do konfiguracji 3 na grupie P1 oznaczono 3I, a dotyczące konfiguracji 3 — na pozostałej części stacji 3II. Dane dla całej konfiguracji 3 brano jedynie, aby porównać efektywność (rys. 8, 9). Efektywność wynikową konfiguracji 3I + 3II liczono jako sumę efektywności, ważonych liczbą spisywanych składów.

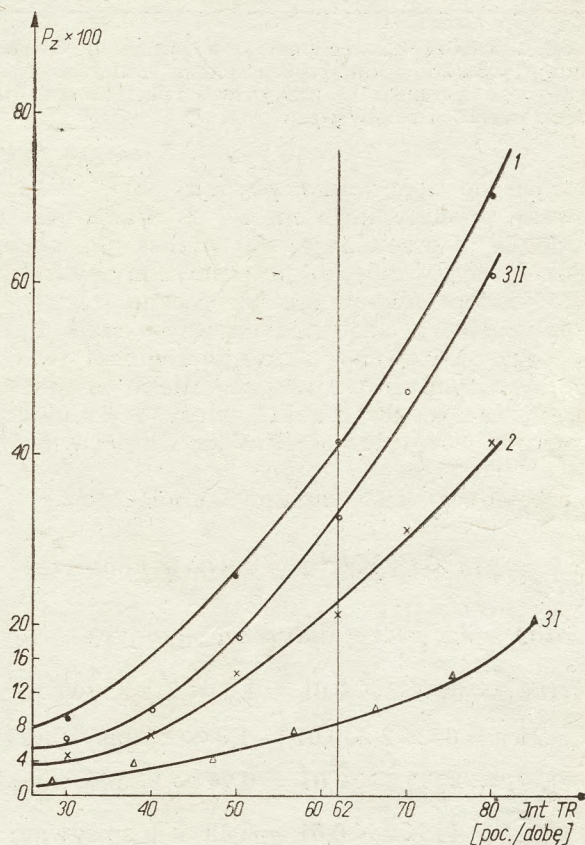
Czas reakcji i prawdopodobieństwo oczekiwania na spisanie (rys. 6 i 7)

Czas reakcji T_r i prawdopodobieństwo oczekiwania na spisanie dla wariantu z transmisją i normatywnej intensywności ruchu dla poszczególnych konfiguracji wynosi:

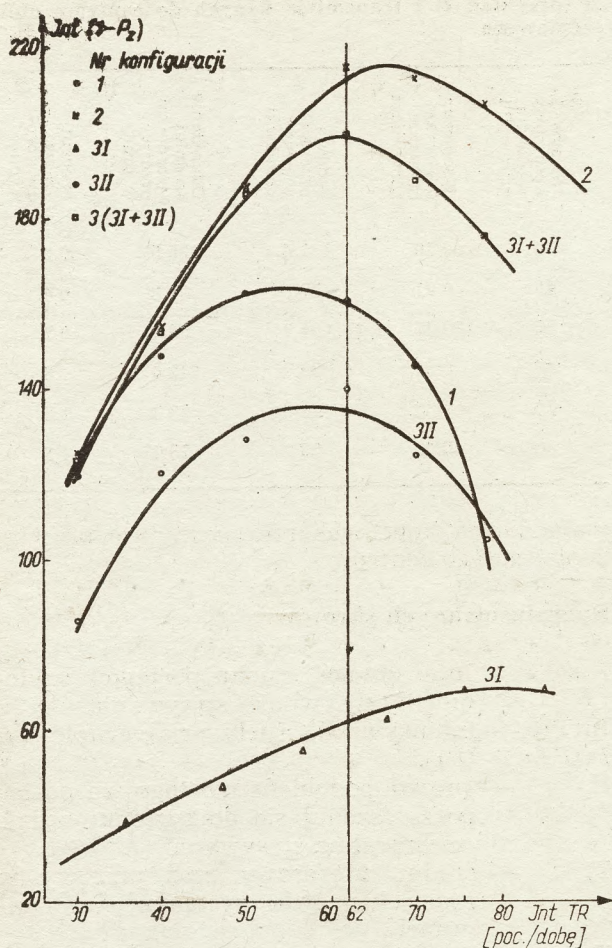
konfiguracja 1	$T_r = 8\text{ min}$	$P_z = 0,4$
konfiguracja 2	$T_r = 5\text{ min}$	$P_z = 0,25$
konfiguracja 3I	$T_r = 3,5\text{ min}$	$P_z = 0,08$
konfiguracja 3II	$T_r = 7\text{ min}$	$P_z = 0,3$



Rys. 6. Przykład 2: zależności czasu reakcji systemu od liczby spisywanych składów



Rys. 7. Przykład 2: zależności prawdopodobieństwa oczekiwania na spisanie od liczby spisywanych składów



Rys. 8. Przykład 2: zależność efektywności systemu od liczby spisywanych układów

Odpowiednie wartości dla wariantu bez transmisji będą wynosiły:

konfiguracja 1	$T_r = 7$ min	$P_z = 0,4$
konfiguracja 2	$T_r = 5$ min	$P_z = 0,2$
konfiguracja 3I	$T_r = 3,5$ min	$P_z = 0,08$
konfiguracja 3II	$T_r = 6$ min	$P_z = 0,3$

Zaletą konfiguracji 2, w stosunku do konfiguracji 1 i 3I, jest to, że dla normatywnej intensywności ruchu krzywa $T_r = T_r(\text{Int TR})$ ma stosunkowo słabe nachylenie, które rośnie szybciej dla intensywności Int TR — powyżej 70 poc./dobę.

Efektywność oraz efektywność ekonomiczna konfiguracji (rys. 8, 9)

Maksimum efektywności dla poszczególnych konfiguracji przypada przy następujących intensywnościach ruchu pociągów na grupie TR:

konfiguracja 1	— 55 poc./dobę
konfiguracja 2	— 65 poc./dobę
konfiguracja 3	— 62 poc./dobę

Przesunięcie maksimum efektywności konfiguracji 3 w kierunku mniejszych intensywności — w stosunku do konfiguracji 2 — wy-

nika z wyspecjalizowania dwóch końcówek do obsługi pociągów z jednej grupy torów (P1), co obniża przepustowość całej konfiguracji. Na rysunku 9 widać, że dla wartości intensywności ruchu mniejszych od normatywnych, efektywność ekonomiczna konfiguracji 2 i 3 będzie podobna.

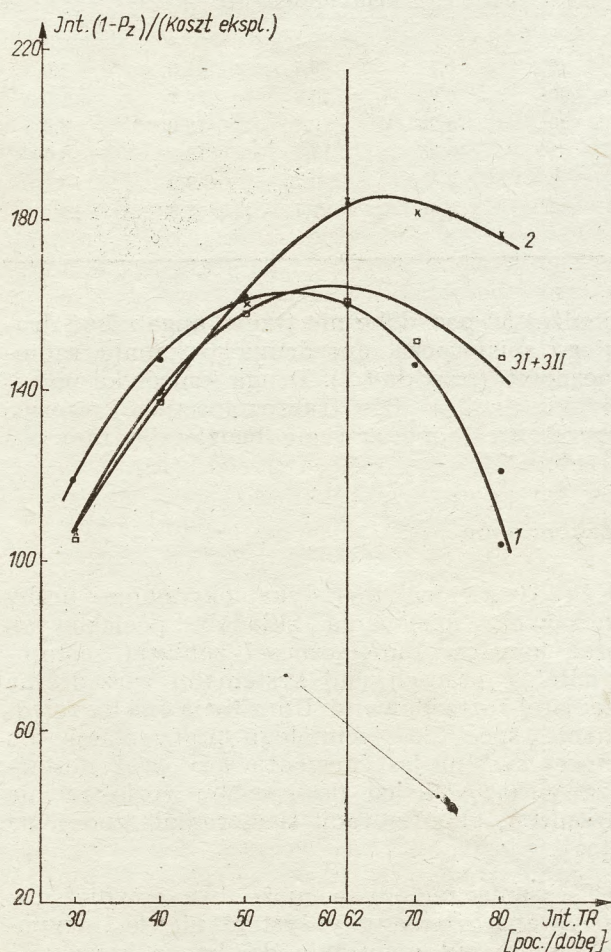
Dla wariantu bez transmisji, wnioski dotyczące efektywności oraz efektywności ekonomicznej będą podobne, z tym że maksima krzywych wystąpią dla nieco większych intensywności ruchu, a mianowicie:

konfiguracja 1	— 58 poc./dobę
konfiguracja 2	— 70 poc./dobę
konfiguracja 3	— 64 poc./dobę

Wnioski z przeprowadzonej analizy

Dla etapu rozbudowy stacji, aby osiągnąć intensywność ruchu 50 poc./dobę na grupie TR, należy zastosować konfigurację 1. Dla większych intensywności ruchu należy konfigurację rozbudować o 1 końcówkę, jednego spisywacza na grupie P1 oraz jeden kanał radiołączności.

Jeżeli system zostanie włączony do bezpośredniej wymiany informacji z bocznica, należy zbudować system w konfiguracji 3, z tym, że dla wartości natężenia ruchu na grupie P1



Rys. 9. Przykład 2: zależność efektywności ekonomicznej systemu od liczby spisywanych układów

Tablica 3. Wybrane wyniki symulacji konfiguracji 1, 2, 3II (przykład 2) z transmisją danych do centrum obliczeniowego

Intensyw. spis na gr. TR	Współcz. wykorzystania spisywacza	Średnia przerwa w pracy końcówki	Odchylenie średniej kwardowej przerwy w pracy	Procent obsług dwutorowych
konfiguracja 1				
30	0,19	39,9	39,0	0,05
40	0,25	24,9	25,6	1,0
50	0,31	17,4	17,9	1,6
62	0,40	11,3	11,3	6,2
70	0,45	8,6	8,5	9,6
80	0,52	6,5	5,7	15,0
konfiguracja 2				
30	0,17	48,6	49,6	0,03
40	0,22	33,5	34,3	0,06
50	0,28	22,5	19,6	1,0
62	0,34	15,0	15,8	2,0
70	0,40	12,0	11,7	3,0
80	0,45	9,4	9,4	6,0
konfiguracja 3II				
30	0,17	40,7	41,3	1,0
40	0,22	26,9	27,1	1,0
50	0,28	19,1	19,0	3,0
62	0,35	13,0	13,1	6,0
70	0,41	9,7	9,9	10
80	0,46	7,7	7,3	15

poniżej 50 poc./dobę nie trzeba angażować drugiego spisywacza, ani drugiego kanału radiołączności (przykład 1). Druga końcówka w budynku nr 2 będzie traktowana jako rezerwa sprzętowa i operator nie będzie dla niej potrzebny.

Zakończenie

Przedstawiona metodyka określania liczby końcówek spisywania składów pociągowych oraz kanałów radiołączności znalazła zastosowanie w pracach nad systemami zarządzania stacjami rozrządowymi. Umożliwia ona uwzględnienie specyfiki technologii pracy stacji, dla której system jest projektowany oraz dostarcza wskazówek co do sposobu rozlokowania urządzeń i konfiguracji sieci radiołączności na stacji.

Ta sama metodyka może być również zastosowana wtedy, gdy system nie jest wyposażony w autonomicznie działające końcówki, ale w urządzenia prowadzące bezpośrednią on-line współpracę z centrum obliczeniowym. Jest to możliwe przy założeniu, że propono-

Tablica 4. Wybrane wyniki symulacji konfiguracji 3I (przykład 2) z transmisją danych do centrum obliczeniowego

Intensyw- ność spisy- wacza na grupie P1	Współczyn- nik wyko- rzystania spisywacza	Średnia przerwa w pracy końcówki	Odchylenie średniej kwardowej przerwy w pracy	Procent obsług dwutoro- wych
30	0,16	111,4	125,5	0,2
40	0,21	77,9	91,8	0,4
50	0,27	51,7	56,4	0,7
60	0,31	38,7	42,0	1,3
70	0,38	28,0	29,3	1,5
80	0,41	23,2	23,7	1,6

wana liczba końcówek nie spowoduje przeciążenia samego centrum.

Spis stosowanych skrótów

- Int — intensywność ruchu pociągów w do-
bie, intensywność spisywania,
- IntTR — intensywność ruchu na grupie TR
- IntP1 (P1),
- P_z — prawdopodobieństwo tego, że pociąg
po zgłoszeniu się do systemu będzie
oczekiwał na spisywanie,
- T_k — średni, niezerowy czas przerwy w
pracy końcówki systemowej w mi-
nutach,
- T_r — średni, niezerowy czas reakcji sys-
temu, czas pomiędzy zgłoszeniem po-
ciągu a rozpoczęciem spisywania.

Piśmiennictwo

[1] Jachimek K., Ostasz M.: System informatyczny ewidencji i planowania pracy stacji rozrządowej (SEPS). Automatyka Kolejowa 1979, nr 9, s. 242—252

[2] Lorin H.: Distributed processing: An assesment. IBM Systems Journal 1979, nr 4, s. 582—603

[3] Martin J.: Systems analysis for data transmission. Miejsce wydania Mir 1975

[4] Remes A.: Simulation techniques in network design. [W] Computer networks and simulation. S. Schoemaker ed. North — Holand. 1978, s. 85—100

[5] Torebko A.: Przygotowanie użytkownika do wdrażania informatyki w Północnej DOKP. Automatyka Kolejowa 1979, nr 9, s. 256—258

[6] Truskolaski A., Węgierski J. [red.]: Informatyka w planowaniu technicznym przewozów kolejowych. Warszawa WKŁ 1977

[7] Węgierski J.: Metody probabilistyczne w projektowaniu transportu szynowego. Warszawa WKŁ 1971

System modułów elektronicznych o zwiększonej niezawodności dla urządzeń sterowania procesami technologicznymi

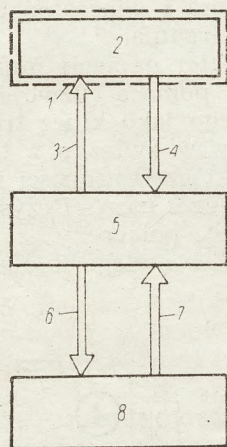
Wstęp

Coraz wyższe wymagania dotyczące bezpieczeństwa ruchu oraz osiągnięcie pełniejszych informacji o stopniu ryzyka, jakie może powstać w warunkach eksploatacji przy realizacji wielu procesów technologicznych, doprowadziły w ostatnich latach do opracowania modułów elektronicznych o zwiększonej niezawodności.

Procesy przemysłowe są sterowane za pomocą specjalnej aparatury, która umożliwia — w zależności od przyłożonej lub żądanej wartości wielkości wejściowych i wyjściowych — utrzymywanie parametrów procesu w granicach wielkości obliczeniowych.

Przy uszkodzeniu aparatury sterowania w wyniku wewnętrznych uszkodzeń poszczególnych nietrwałych jej elementów mogą być generowane błędne i w wielu przypadkach niebezpieczne rozkazy sterowania procesem.

Jeżeli powstające w związku z tym szkody są niedopuszczalne (niebezpieczne dla zdrowia i życia personelu, duże straty materialne itp.), to aparatura sterowania powinna być kontrolowana przez specjalne urządzenia zabezpieczenia, doprowadzające proces do stanu bezpiecznego (rys. 1).



Rys. 1. Schemat powiązań między procesem technologicznym, systemem sterowania i poziomem zapewnienia bezpieczeństwa
1 — poziom zapewnienia bezpieczeństwa, 2 — urządzenie sterowania, 3 — zmienne wartości procesu, 4 — wejścia sterujące procesem technologicznym, 5 — proces technologiczny, 6 — wielkość wyjściowa, 7 — wielkości wejściowe, 8 — obsługa procesu

W wielu procesach bezpieczny jest stan całkowitego jego przerwania, który można osiągnąć przez odłączenie energii zasilającej lub przez blokadę rozkazów sterowania.

W związku z tym urządzenia kontrolujące bezpieczeństwo mogą być funkcjonalnie oddzielone od urządzeń sterowania (przetwarzanie wielokanałowe za pomocą urządzeń kontroli i sterowania), ale również i urządzenie przetwarzające może zawierać cechy urządzenia kontrolującego i sterującego (jednokana-

łowe systemy zapewnienia bezpieczeństwa przy uszkodzeniach).

Zalecane jest stosowanie rozpatrywanego sposobu zapewnienia bezpieczeństwa procesów technologicznych w sferze transportu, szczególnie szynowego.

Wzrost niezawodności elementów krytycznych urządzeń, stosowanych w innych sferach (na przykład przy wytwarzaniu energii, w produkcji przemysłowej i technologii) można realizować wg tych samych zasad.

Budowa niezawodnych systemów sterowania wg zasady zapewnienia bezpieczeństwa przy uszkodzeniach

W systemach sterowania, które powinny odpowiadać wysokim wymaganiom bezpieczeństwa, często wykorzystuje się zasadę zapewnienia bezpieczeństwa przy uszkodzeniach.

W technice kolejowej jest ona stosowana od dawna dla zapewnienia niezawodności i bezpieczeństwa pracy urządzeń srk. Podstawowa zasada zapewnienia bezpieczeństwa przy uszkodzeniach może być wyrażona w następujący sposób:

Uszkodzenia aparatury w systemie przetwarzania mogą doprowadzać do różnych stanów niesprawności („stany uszkodzeń” systemu), które jednak zawsze powinny być „bezpieczne” tzn., takie, przy których niebezpieczeństwo sterowanego procesu nie występuje.

Ta podstawowa zasada zapewnienia bezpieczeństwa przy uszkodzeniach znajduje zastosowanie w dwóch formach, różnych z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa, tj. w postaci bezpośredniego (prawdziwego) zapewnienia bezpieczeństwa i pośredniego (zasada pseudobezpieczeństwa).

Zasada bezpośredniego zapewnienia bezpieczeństwa zakłada, że wszystkie uszkodzenia aparatury, wprowadzające zakłócenia funkcjonalne, bezpośrednio doprowadzają system do stanu bezpiecznego.

Tym samym niezawodność w tym przypadku jest oparta na tym, że w wyniku uszkodzeń nigdy nie pojawia się niebezpieczny stan i system nie może — przy niesprawności — wyjść z wcześniej osiągniętego stanu bezpiecznego.

Zasadę bezpośredniego zapewnienia bezpieczeństwa przy uszkodzeniach można realizować w systemach cyfrowych za pomocą dwóch stanów logicznych: „0” i „1”. Stan „0” z niższym zapasem energii oznacza zakaz, co odpowiada stanowi bezpiecznemu, stan „1” z wyższym zapasem energii oznacza zezwolenie odpowiadające potencjalnie niebezpiecznemu stanowi robocznemu.

go przez tranzystor wyjściowy przepływa prąd impulsowy.

Jeżeli włączymy wejścia modułów „LOGISAFE” między rezystancję w obwodzie kolektora i źródło napięcia stałego (rys. 4), to wprowadzimy napięcie impulsowe na wejście następnych modułów.

Jak widać z rysunku 3 sygnał wejściowy w module „LOGISAFE” nie jest przekazywany bezpośrednio na wyjście, a przy tym odbywa się formowanie nowego sygnału. Schemat ilustrujący zasadę (rys. 3) wskazuje, że prądy impulsowe na wejściach (1) i (2) są niezbędne do tego, żeby na wyjściu powstawał prąd impulsowy. W ten sposób jest realizowana funkcja logiczna „J” (zgodność). W związku z tym obecność składowej zmiennej prądu wyjściowego modułu odpowiada logicznej „1” — jej brak — logicznemu „0”.

Moduły systemu „LOGISAFE” pracują autonomicznie, tzn. do ich pracy, oprócz źródła napięcia roboczego, nie są wymagane dodatkowe elementy funkcjonalne, takie jak: impulsy taktujące, elementy kontrolne itd.

Układ schematowy zasadniczego modułu logicznego „LOGISAFE” jest całkowicie niezawodny z punktu widzenia urządzeń srk, ponieważ generator blokujący zaczyna drgać tylko w przypadku, kiedy na tranzystor generatorowy wchodzi napięcie robocze, punkt roboczy jest ustawiony prawidłowo i jest spełniony warunek sprzężenia zwrotnego.

Proces generacji zostaje przerwany, jeżeli w wyniku uszkodzenia jakiegokolwiek elementu modułu znajdzie się poza granicami tolerancji.

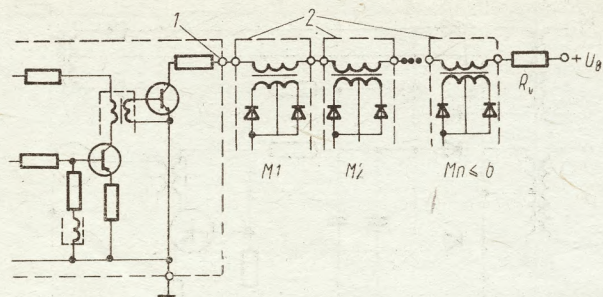
Przerwa lub zwarcie w tranzystorze wyjściowym doprowadzają do braku sygnałów wyjściowych i w tym przypadku do wszystkich kolejnych modułów jest przekazywany bezpieczny sygnał logiczny „0”.

Przegląd stosowanych modułów

Moduły poziomu przetwarzania tworzą tę część systemu sterowania, która przetwarza informacje. Do chwili obecnej istnieją moduły następujących typów: „J”, „LUB”, przedrostek „LUB” do modułu „NIE-J”, „PAMIĘĆ”, „CZAS”.

Wejściowe moduły powiązania służą do dopasowania układów systemu „LOGISAFE” z innymi systemami (na przykład z przekąźnikowymi). Do tego celu jest przeznaczony wyjściowy moduł powiązania służący do prostego i odwróconego przekształcania sygnałów oraz moduł dysjunkcji „LUB”.

Wyjściowe moduły powiązania zapewniają sterowanie urządzeniami wykonawczymi i

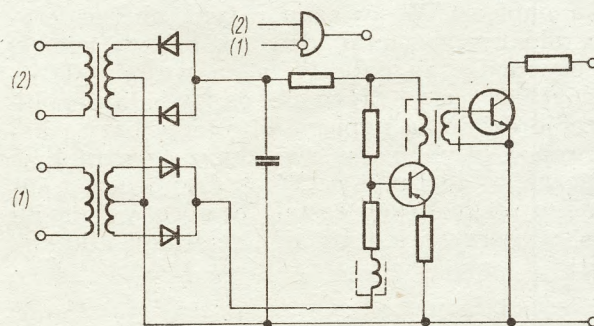


Rys. 4. Schemat połączenia wyjścia modułu „LOGISAFE” z wyjściami modułów tego samego typu
1 — wyjście modułu „LOGISAFE”, 2 — wejścia modułów „LOGISAFE” M1, M2 ..., Mn ≤ 6 — moduły 1, 2, ... n ≤ 6, + U_B — źródło zasilania

urządzeniami srk. Rozróżnia się następujące moduły: moduł wyjściowy bez zapewnienia bezpieczeństwa, moduł wyjściowy bezpieczny i moduł wzmacniacza mocy z zapewnieniem bezpieczeństwa.

Rozpatrzmy niektóre typowe moduły

Moduł „LUB” (rys. 5)



Rys. 5. Schemat układu „LUB” na bazie modułu „LOGISAFE”

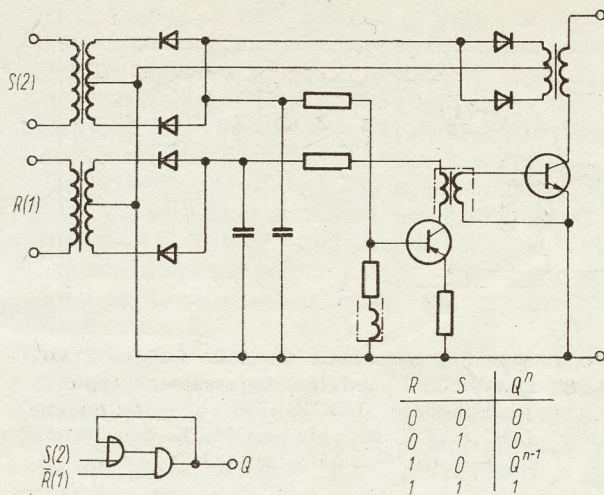
Układ „LUB” otrzymujemy bezpośrednio z układu „J”, jeżeli połączone zostaną między sobą 2 schematowe źródła napięcia obwodów kolektora i bazy. Wówczas wystarczy podać: sygnał „1” na jednym z dwóch uzwojeń modułu „LOGISAFE”, aby na wyjściu układu wytworzył się sygnał „1”.

Moduł „PAMIĘĆ” (rys. 6)

Jeżeli w układzie „J” sygnał wyjściowy dysjunkcyjnie jest podawany na jedno z wejść to powstaje układ zapamiętujący. W związku z tym mówi się o „pamięci” (rejestratorze) typu RS (patrz schemat na rys. 6) z wymuszonym kasowaniem, ponieważ brak sygnału na wejściu²⁾ prowadzi do kasowania zawar-

¹⁾ Praktyczny sposób realizowania układów bezpiecznych, zbudowanych ze standardowych modułów logicznych, polega na przetwarzaniu stanów 0,1 na odpowiadające im przebiegi impulsowe. Taki sposób umożliwia jednocześnie kontrolę sprawności modułów, a po zastosowaniu transformatorów sprzęgających, oddzielających galwanicznie wyjście układu umożliwia realizację systemów bezpiecznych.

²⁾ Na wejściu R.

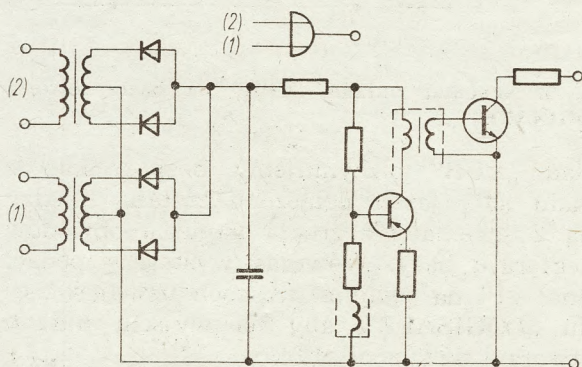


Rys. 6. Schemat układu „PAMIĘĆ” z modulem typu „LOGISAFE”

tości „pamięci”, chociaż na wejściu ustawiającym (S) jest jeszcze obecny sygnał „1”.

Moduł „NIE-J” (rys. 7)

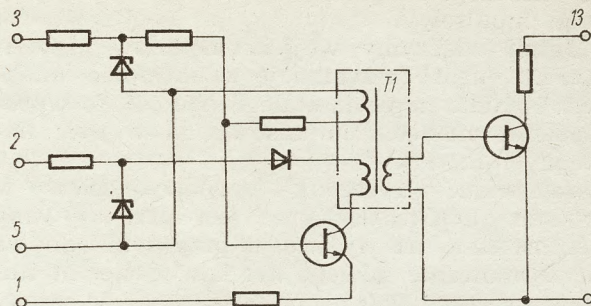
W modyfikacji układu „J” drugie wejście łączy się z dolnym (na schemacie) końcem dzielnika napięcia. W związku z tym, aby generator blokujący zaczął działać, na wejście (2) należy podać sygnał „1”, a na wejścia (1) — sygnał „0”, aby zapewnić odpowiednią polaryzację dzielnika napięcia obwodów bazy i kolektora. Otrzymana w związku z tym funkcja logiczna — to funkcja „J”, której jeden z sygnałów wejściowych został odwrócony i moduł ten wykorzystuje się do realizacji funkcji „NIE”.



Rys. 7. Schemat układu „J” z modulem typu „LOGISAFE” z wejściem, pełniącym funkcję „NIE”

Wejściowy moduł powiązania (rys. 8).

Wejściowy moduł powiązania dla prostego i odwróconego przekształcania sygnałów umożliwia pracę w 3 warunkach: przekształcanie poziomu logicznego bez przekształcania sygnału (przy tym, jeżeli na wejścia 1 i 5 jest podawany potencjał blokujący, a na wejście 2 — napięcie zasilające systemu sterującego, to „na wyjściu 1 3 modułu „LOGISAFE” sygnał



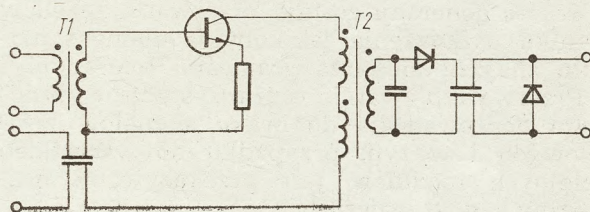
Rys. 8. Wejściowy moduł powiązania typu „LOGISAFE” dla prostego lub odwróconego przekształcania sygnałów

wyjściowy „1” powstaje wtedy, kiedy na wejście 3 system sterujący¹⁾ podaje sygnał „1”), przekształcanie poziomu ze zmianą sygnału logicznego typu konjunkcji.

Te stany ustala się drogą podawania sygnałów i poziomów na odpowiednie wejścia.

Wyjściowy moduł powiązania (rys. 9).

Jeżeli wyprowadzanie sygnałów ma się odbywać bez zakłóceń, to stosuje się moduł o zwiększonej niezawodności, który w przypadku uszkodzenia dowolnego elementu wewnętrzniego wytwarza tylko sygnał „0”.



Rys. 9. Wyjściowy moduł powiązania typu „LOGISAFE” z zapewnieniem bezpieczeństwa

Wzmacniacz mocy

Do sterowania modułami pobierającymi dużą moc stosuje się specjalny wzmacniacz mocy.

Konstrukcja modułów

Wszystkie moduły typu „LOGISAFE” stanowią układy hybrydowe, wykonane na ceramicznym podłożu z zastosowaniem sitodruku. Taka konstrukcja zapewnia wysoką niezawodność modułów. Rezystory, kondensatory i przewody montażowe są umieszczone na jednej stronie ceramicznego podłoża, a na drugiej jego stronie są zmontowane tranzystory, stabilizatory, diody i transformatory.

Po wykonaniu montażu elementów na ceramicznym podłożu i sprawdzeniu układów całość umieszcza się i zalewa w obudowie z trudno palnego tworzywa sztucznego.

¹⁾ Np. system przekaźnikowy.

Tablica

Rodzaj uszkodzeń	Rdzeń ferrytowy	Transystor krzemowy	Dioda		Kondensator		Rezystancja grubej warstwy powłoki	Element przewodzący układ na drukowanej płycie ceramicznej	Rozrzut parametrów modułu	Połączenia lutowane (spawane)
			Zenera	Krzemowa	Drukowane ceramiczny	To samo na sitodruku				
Zwarcie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	×	×	×	×
Przerwa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Bocznikowanie	Tak	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Zwiększenie zadanych parametrów	+	Tak	Tak	Tak	+	+	Tak	Tak	Tak	Tak
Zmniejszenie zadanych parametrów	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	+	+	+	—
Zmiana stanu namagnesowania	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zmiana krzywej namagnesowania	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pęknięcia w materiale magnetycznym	Tak	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Oznaczenia umowne:

Tak — istotna niesprawność

× — niesprawność, którą można wyeliminować przez dopracowanie konstrukcji

+ — inne niesprawności, których wyeliminowanie można rozważyć

— — taka niesprawność jest niemożliwa

Wszystkie operacje technologiczne, determinujące niezawodność, są kontrolowane w 100%, a wyniki badań są protokołowane. Aby zapobiec błędnemu użyciu pakietów, na których zmontowane są moduły, stosuje się kodowanie wyprowadzeń na złączach pakietowych.

Są 2 warianty konstrukcyjne modułów. Różnią się one tylko jednym wymiarem. Oba mają długość 44 mm i grubość 18 mm, szerokość jednego wariantu wynosi 11 mm, innego — 21 mm. Każdy z nich zawiera do 3 jednakowych, nie związanych ze sobą elektrycznie, komórek funkcjonalnych.

Dane techniczne systemu modułów napięć

Zakresy napięć roboczych — 15V (12,75 — 18V) i 24V (21 — 31V) (w zależności od potrzeb).

Liczba wyjść — w typowym wykonaniu 6.

Liczba wejść — 1.

Częstotliwość generatorów blokujących MHz — 1,5 — 2,5.

Zakres temperatur roboczych °C — -25 — +85.

Zakres temperatur przechowywania °C — -40 — +125.

Dopuszczalne obciążenie mechaniczne — zgodnie z normą DIN 40040, klasa S.

Dopuszczalna wilgotność — zgodnie z klasą E. Izolacja — zgodnie z wytycznymi VDE 0110, grupa C.

Czas odpowiedzi układu μs — 25.

Moc pobierana, mW w typowym wykonaniu 300.

Ze względu na niską impedancję wejść — wyjść modułów system cechuje duża odporność na zakłócenia.

Określenie niezawodności

Odporność na zakłócenia systemu modułów „LOGISAFE” jest oparta na odporności na zakłócenia każdego modułu, a także na przestrzeganiu określonych zasad ich łączenia.

Przy określaniu niezawodności sporządza się protokół kontroli, stwierdzający określony poziom niezawodności w systemie jako całości i w poszczególnych jego elementach w założonych warunkach.

Cel protokołu — udowodnić zamawiającemu lub służbie dozoru technicznego określony poziom niezawodności systemu.

Przy określeniu niezawodności należy dokładnie określić możliwe uszkodzenia. W związku z tym sporządza się wykaz uszkodzeń i opis wielokrotnych uszkodzeń nietrwałych.

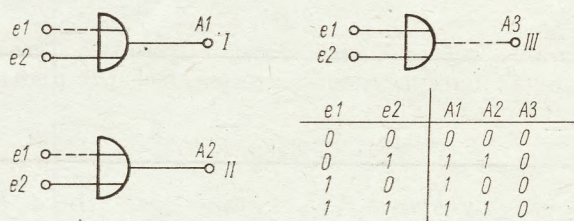
W wykazie niesprawności przedstawione są uszkodzenia systemowe i elementowe, z którymi należy się liczyć, a także uszkodzenia nietrwałe, których potrzebę wyeliminowania można rozważyć.

W załączonej tablicy wymieniono uszkodzenia, które są uwzględniane w schemacie modu-

ów „LOGISAFE”. W związku z tym nie uwzględnia się takich uszkodzeń jak np. zmniejszenie rezystancji nie więcej niż o 5% i zwarcia elementów przewodzących prąd.

Te typy niesprawności są usuwane drogą wyboru odpowiedniej technologii. Wielokrotne uszkodzenia występują wtedy, kiedy następuje kilka uszkodzeń jedno po drugim, tworzących ciąg uszkodzeń (w związku z czym między poszczególnymi uszkodzeniami nie przeprowadza się naprawy modułu lub zespołu).

Stosując metody badania niezawodności za pomocą *emc* symuluje się ciąg uszkodzeń, dających na wyjściu układu stały stan niesprawności „0”. Niesprawność typu SSN — „0” przy dowolnej kombinacji stanów logicznych, komutowanych na wejściu modułu, zawsze na wyjściu daje „0”. Zasadę badania niesprawności typu SSN „0” wyjaśniono na rys. 10.



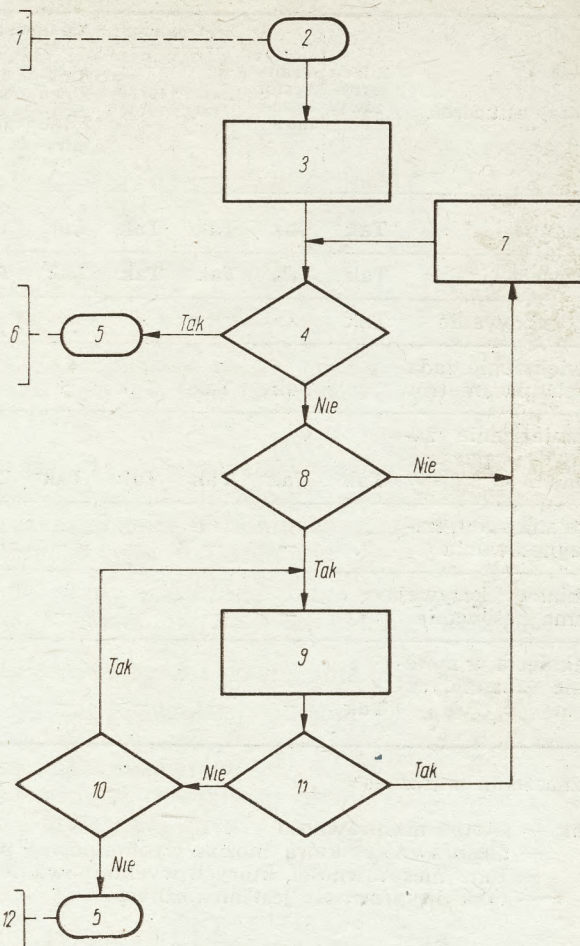
Rys. 10. Zasada badania stałego stanu niesprawności z zerem na wyjściu układu (SSN — „0”) I — normalna praca układu, II — niesprawność odmienna od niesprawności typu SSN-„0”, III — niesprawność typu SSN-„0”

Metoda ta daje maksymalną możliwość wykrywania niesprawności, tak że w przypadku niesprawności jest gwarantowany stan bezpieczny na wyjściu układu.

Określenie niezawodności modułów

Niezawodność modułów każdego typu jest określana za pomocą *emc*. Na makiecie modułu (dokładnie odpowiadającego przyszłemu schematowi robocznemu) niesprawności są symulowane przez zamykanie podłączonych do niego styków przełączników, po czym na wejścia badanego modułu podawane są wszystkie kombinacje wejściowych wartości zmiennych, a na wyjściu kontrolowana jest obecność stanu stałego SSN „0”. Przy wszystkich kombinacjach wejściowych na wyjściu powinno być zachowane logiczne „0”. Jeżeli to zjawisko nie występuje, to dodatkowo jest symulowana następna niesprawność itd. do chwili, dopóki na wyjściu nie pojawi się SSN „0”. Badania wszystkich możliwych kombinacji niesprawności wykonuje się za pomocą odpowiedniego algorytmu.

Na rys. 11 przedstawiono uproszczony algorytm badania różnorodnych kombinacji niesprawności (ciągu uszkodzeń). Wystąpienie uszkodzenia (błędnej „1”) w stadium opracowania systemu modułów powinno spowodować zmiany zasadniczego lub montażowego schematu danego modułu. Za pomocą *emc* powin-



Rys. 11. Algorytm badania następstw uszkodzeń (przy różnych kombinacjach niesprawności)

1 — system pracuje bez uszkodzeń, 2 — start, 3 — pierwsza niesprawność, 4 — czy niebezpieczna? 5 — koniec kontroli, 6 — negatywny wynik, 7 — dodać do ciągu uszkodzeń kolejną niesprawność, 8 — niesprawność typu SSN-„0”? 9 — wyeliminować z ciągu uszkodzeń ostatnią według kolejności niesprawność, 10 — czy można wyeliminować z ciągu uszkodzeń jeszcze jedną niesprawność, 11 — czy można dodać do ciągu uszkodzeń jeszcze jedną niesprawność?, 12 — pozytywny wynik kontroli

no się (w zależności od typu modułu) przeprowadzić kilkaset tysięcy symulacji uszkodzeń, np. kosztem 20 godzin. Analogiczna kontrola modułów bez zastosowania *emc* zajęłaby kilka lat.

Kontrola niezawodności modułów „LOGISAFE” może być pełna, ponieważ znajduje się w nich niewielka liczba niezbędnych elementów konstrukcji, w przeciwieństwie do rozwiązań spotykanych w technologii układów scalonych.

Określenie bezpieczeństwa modułów uzupełniają badania teoretyczno-eksperymentalne, w czasie których rozważa się wpływ uszkodzeń na działania układów, w których wprowadzono już niezbędne zmiany w wyniku badań za pomocą *emc*.

Określenie niezawodności bloków funkcjonalnych w aspekcie bezpiecznego działania

Badanie niezawodności bloków funkcjonalnych

jest oparte na tych samych zasadach analizy uszkodzeń, jakie są stosowane dla modułów. W zastosowanej tu metodzie wykorzystuje się całkowite modelowanie za pomocą *emc*, z uwzględnieniem czasu działania bloków funkcjonalnych. Określenie tego typu niezawodności bloków powinno być wykonywane dla każdego bloku standardowego; otrzymane wyniki będą odnosiły się do wszystkich bloków danego typu.

Za pomocą metody modelowania na *emc* sprawdzane są pod względem niezawodności również i schematy podłączenia bloków standardowych do urządzeń sterowania.

Zastosowanie modułów systemu „LOGISAFE”

Na modułach „LOGISAFE” budowane są schematy, niezawodne z punktu widzenia wymagań, stawianych urządzeniom srk. Układy te są łączone zgodnie z zasadami systemu montażu „INTERMAS” jako oddzielne urządzenia sterowania, stanowiące uniwersalne bloki standardowe.

Dzięki wykorzystaniu bloków standardowych znacznie ułatwiona jest praca projektowa. Przy łączeniu modułów powinny być stosowane specjalne instrukcje w zakresie projektowania; za pomocą odpornych na zakłócenia modułów „LOGISAFE” powstają bloki i urządzenia funkcjonalne, które gwarantują całkowicie bezpieczne działanie.

Aby urządzenia pracowały zgodnie z wymaganiami należy spełnić warunki, dotyczące wejść i wyjść. Gotowe konstrukcyjnie bloki do sterowania bezpiecznego są przeznaczone do współpracy ze standardowymi urządzeniami sterowania cyfrowego, gwarantują bezpieczeństwo sterowania oraz informują o zaistnieniu uszkodzenia w procesie sterowania.

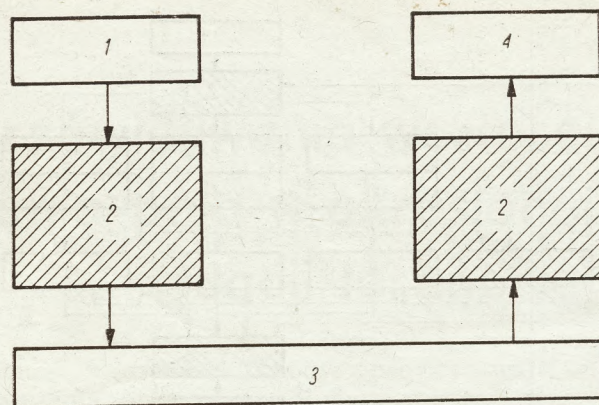
Bezpieczeństwo układów urządzeń srk na podstawie modułów „LOGISAFE” osiąga się przez budowę układów działających wg zasady bezpośredniego zapewnienia bezpieczeństwa lub przez zastosowanie struktur wielokanałowych, składających się z układów wykorzystujących zasadę pośredniego zapewnienia bezpieczeństwa.

Z wielkiej liczby możliwych struktur niezawodnego, z punktu widzenia urządzeń srk, systemu sterowania można wyróżnić dwie: jednokanałową i trójkanałową strukturę systemów o zwiększonej niezawodności.

Przy jednokanałowej strukturze cały zbiór układów obróbki logicznej buduje się jako niezawodny z punktu widzenia urządzeń srk. Informacje otrzymywane od procesu sterowanego, wprowadzane są bezpośrednio do układu obróbki logicznej na modułach „LOGISAFE”, które następnie przekazują wynik obróbki z powrotem do urządzeń sterowania procesem.

Niezawodność systemu w sensie srk jest zapewniona przez zastosowanie modułów „LOGISAFE” do budowy wszystkich systemów obróbki logicznej.

Dla zobrazowania tej zasady na rys. 12 przedstawiono schemat blokowy jednokanałowy



Rys. 12. Jednokanałowy system sterowania

1 — polecenia, 2 — układ obróbki logicznej na modułach typu „LOGISAFE”, 3 — proces sterowany, 4 — meldunki

wego systemu sterowania, niezawodny z punktu widzenia urządzeń srk. System może być zastosowany do nastawiania przebiegowego, sterowania zwrotnicami i semaforami itp.

W omawianym systemie meldunki są przekazywane za pomocą bloku obróbki logicznej na modułach „LOGISAFE”. Polecenia są przetwarzane przez ten blok zgodnie z wymaganiami stawianymi urządzeniom srk i są wykorzystywane do sterowania procesem lub do przekazywania meldunków na wejście. „Wąskim gardłem” w zastosowaniu jednokanałowych systemów sterowania są układy blokady i kontroli. Są to skomplikowane urządzenia sterowania.

Przy wielokanałowej strukturze bezpośrednia obróbka logiczna odbywa się minimum w dwóch jednakowo zbudowanych kanałach przetwarzania, wykonanych za pomocą standardowych układów logicznych.

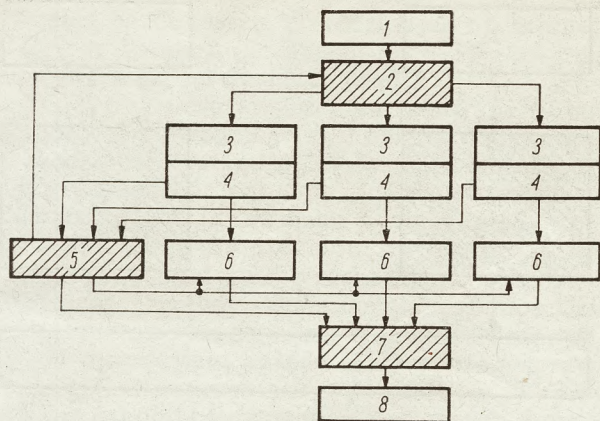
Kanały te mogą na przykład składać się z następujących komponentów: zwykłych tranzystorowych układów logicznych, na przykład typów TTL, MOS, stosowanych w technice *emc*, mikroprocesorów i różnych kombinacji wszystkich tych komponentów.

Niezawodność systemu w sensie srk osiąga się przez zastosowanie bloków na modułach „LOGISAFE”, które porównują wyniki przetwarzania, kontrolują wyjścia informacyjne i w przypadku niezgodności zapewniają odłączenie lub przełączenie poszczególnych komponentów systemu.

Jeżeli przetwarzanie informacji powinno odbywać się ze zwiększoną gotowością eksploatacyjną, to w systemie sterowania jest niezbędna nadwyżka, na przykład kosztem trójkanałowego systemu z majorystyczną logiką wyjściową.

Na rys. 13 przedstawiono wielokanałową strukturę przytorowego urządzenia automatyecznej sygnalizacji kabinowej typu ciągłego z urządzeniami *shp*, które obecnie jest badane.

Na schemacie jest przedstawiona tylko część systemu przetwarzająca informacje otrzymywane z centrum sterowania ruchem i przekazująca



Rys. 13. Trójkanałowe urządzenia przytorowe automatycznej sygnalizacji kabinowej typu ciągłego z urządzeniami shp

1 — centrum sterowania, 2 — blok danych wejściowych z rozdzielaczem, 3 — sterująca *emc*, 4 — kolektor informacji, 5 — blok synchronizacji, 6 — przekształtnik szeregowo-równoległy, 7 — komparator wyjść z logiką majorystyczną 2 z 3, 8 — nadajnik (zakreskowane elementy układu — bloki „LOGISAFE”, niezakreskowane — bloki standardowe)

ca polecenia do pociągów. Jako blok obróbki logicznej wykorzystano standardową maszynę obliczeniową.

Informacja jest przekazywana z centrum sterowania do bloku danych wejściowych na modułach „LOGISAFE”, który rozdziela otrzymaną informację na kanały przetwarzania.

Wyniki przetwarzania informacji z poszczególnych kanałów są porównywane w bloku wyjściowym, zbudowanym na modułach „LOGISAFE” i otrzymany wynik jest przekazywany do sterowania procesem tylko w tym przypadku, jeżeli jednakowa informacja jest na wyjściach minimum 2 kanałów.

System jest sprawny przy uszkodzeniu jednego kanału przetwarzania; za pomocą trzeciego kanału zwiększa się gotowość eksploatacyjna, natomiast bezpieczeństwo systemu pozostaje bez zmian.

Wejścia i wyjścia bloków, zbudowanych na modułach „LOGISAFE” są połączone szeregowo z elementami sterowania systemu (nie mającego cech bezpieczeństwa) w jego krytycznych ze względu na bezpieczeństwo punktach obróbki informacji.

Blokami bezpiecznymi w sensie srk na modułach „LOGISAFE” są: blok rozdzielacza, rozdzielający dane na wejścia 3 bloków, blok komparacji danych realizujący funkcje 2 z 3 i układ synchronizacji, sterujący wprowadzaniem informacji, przetwarzaniem jej w *emc*, wyprowadzaniem oraz kontrolujący wszystkie te procesy.

Informacje o uszkodzeniach w systemie są wyświetlane na specjalnym panelu i ułatwiają diagnostykę oraz obsługę systemu.

Do sterowania procesami eksploatacyjnymi stało się niezbędne stosowanie systemów bezpiecznych w sensie srk, ponieważ niesprawności techniczne w tych systemach mogą przynieść szkody personelowi i spowodować znaczne straty materialne.

Dlatego też systemy sterowania, oprócz niezawodności technicznej, powinny zapewniać bezpieczeństwo.

U podstaw opracowania urządzeń sterowania leży zasada pośredniego i bezpośredniego zapewnienia bezpieczeństwa.

System modułów logicznych „LOGISAFE” umożliwia budowę urządzeń sterowania zgodnie z tymi podstawowymi zasadami. Do zbadania bezpiecznego działania modułów „LOGISAFE” i zbudowanych na tych modułach bloków funkcjonalnych stosuje się metody kontroli za pomocą *emc*, umożliwiające całkowite określenie i protokolarne potwierdzenie faktu bezpieczeństwa.

Z dużej liczby możliwych zastosowań logicznych w niniejszym artykule rozpatrzono strukturę jednokanałowego systemu sterowania, nadającego się dla urządzeń srk w konfiguracji, realizującej bezpośrednio zapewnienie bezpieczeństwa i trójkanałowy komputerowy system sterowania dla urządzeń automatycznej sygnalizacji kabinowej z urządzeniami shp, z kontrolą według zasady pośredniego zapewnienia bezpieczeństwa.

Na podstawie tłumaczenia artykułu V. Jentsha, A. Lotca, L. V. Šivka: *Sistema elektronnych modulej povyšennoj nadežnosti dla ustrojstv upravlenija tehnologičeskimi processami. Železnye Dorogi Mira* 1980 nr 4 s. 36—44.

Opracowała: mgr. HALINA OLCZAK

Nie ma postępu technicznego

bez książki i prasy technicznej

Metoda przewidywania wartości natężenia pola w określonej sytuacji terenowej

Artykuł jest kontynuacją serii artykułów omawiających zagadnienia związane z empirycznym wyznaczeniem danych do projektowania sieci pociągowych. Praca została wykonana w COBiRTK na zlecenie ORE i dotyczy międzynarodowej sieci pociągowej, pracującej w paśmie 450 MHz. W artykule omówiono rozrzuty wyników pomiarów opisanych w poprzednim artykule*). Podano wytyczne przewidywania poziomu natężenia pola w konkretnej sytuacji na terenie kolejowym na podstawie uzyskanych danych projektowych. Wytyczne zilustrowane są przykładem projektowania.

Rozrzut wartości natężenia pola mierzonych na różnych trasach linii kolejowych — rozkład przestrzenny

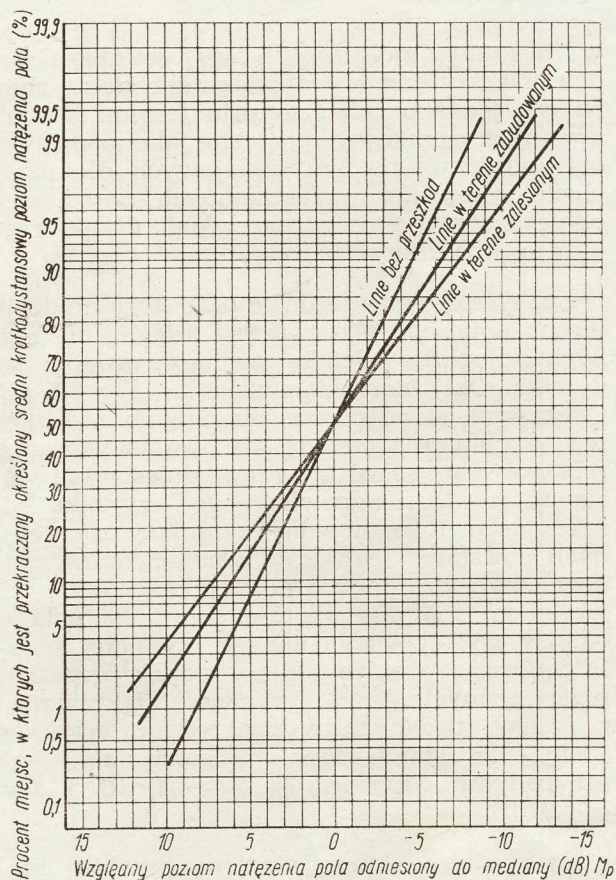
Statystyczny charakter rozkładów natężenia pola został szczegółowo omówiony w artykule „Metoda opracowania atlasu krzywych propagacji w paśmie 450 MHz” zamieszczonym w numerze 7—8/80 r. „Automatyki Kolejowej”. Zdefiniowano tam trzy występujące w praktyce rozkłady statystyczne natężenia pola, a mianowicie: rozkład krótkodystansowy, rozkład przestrzenny, rozkład sumaryczny.

Rozkład krótkodystansowy empiryczny to rozkład wartości natężenia pola zmierzonych na krótkim (rzędu 20—50 m) odcinku linii kolejowej. Średnia wartość rozkładu zależy zarówno od odległości badanego odcinka linii od nadajnika, jak i od specyficznych właściwości terenu na całej drodze fali. Obserwując średnie wartości rozkładu krótkodystansowego na odcinkach różnych linii kolejowych, ale zawsze przy takiej samej odległości badanego odcinka od źródła fali, otrzymujemy zbiór przedstawiający tzw. rozkład przestrzenny natężenia pola. Chcąc określić rozkład statystyczny indywidualnych wyników pomiarowych, a nie ich wartości średniej, należy uwzględnić zarówno rozkład przestrzenny, jak i krótkodystansowy. W ten sposób powstaje tzw. rozkład sumaryczny uwzględniający zarówno zmienność właściwości propagacyjnych terenu na całej trasie łączności (rozkład przestrzenny), jak i zmienność warunków propagacyjnych w rejonie punktu odbioru (rozkład krótkodystansowy).

Znajomość statystycznego rozkładu przestrzennego umożliwia projektantowi przewidy-

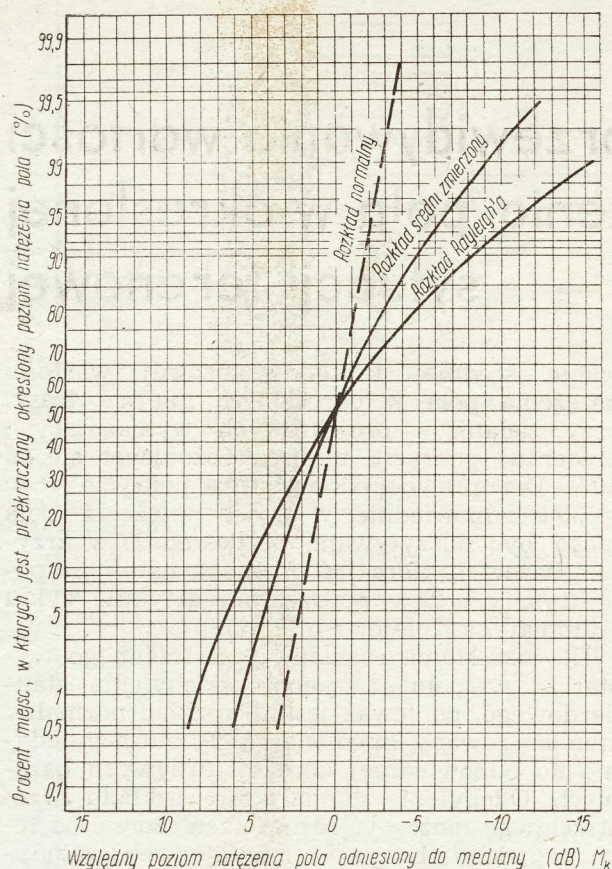
wanie średniej krótkodystansowej wartości natężenia pola w określonym miejscu trasy, przy zadaniach projektowych wymagających procentu pokrycia miejsca różniących się od 50%. Dla prawdopodobieństwa pokrycia $P = 50\%$ odpowiednie wartości natężenia pola mogą być odczytywane bezpośrednio z krzywej bazowej, która jest medianą natężenia pola (rys. 1 i 2 w poprzednim artykule cyklu Automatyka Kolejowa nr 2/81).

Dla określenia rozkładu przestrzennego wystarcza w pełni znajomość odchylenia standardowego, ponieważ jest to rozkład normalny standaryzowany (mediana = 0), służący jedynie do odpowiedniej korekcji krzywych bazowych. Odchylenie standardowe rozkładu przestrzennego może być różne, w zależności od tego na jakim zbiorze linii kolejowych dokonywano pomiarów propagacyjnych. Jeśli w skład zbioru wchodzi różne rodzaje terenów kolej-



Rys. 1. Rozkład przestrzenny natężenia pola dla terenu kolejowego

*) „Automatyka Kolejowa” nr 2/1981 r.



Rys. 2. Rozkład krótkodystansowy natężenia pola dla terenu kolejowego

wych rozstęp zmierzonych wartości zbioru będzie większy, niż w przypadku określenia zbioru dla jednego tylko rodzaju terenu. W opisywanych pomiarach przyjęto jako podstawowy rodzaj terenu linii kolejowych dla określenia rozkładów przestrzennych tzw. teren odniesienia (teren bez przeszkód, dla którego opracowano krzywe bazowe).

Odchylenie standardowe dla tego rodzaju terenu obliczono jako wartość średnią dla różnych odległości odcinka pomiarowego od nadajnika. Obliczono mianowicie, że $S = 3,5$ dB. Odchylenia standardowe dla innych rodzajów terenu obliczano metodą sumowania wariancji rozkładu bazowego dla terenu odniesienia i wariancji rozkładu odpowiedniego czynnika korekcyjnego. Rozkłady dla czynników korekcyjnych powstały ze zbiorów wartości maksymalnego wpływu danych czynników, liczonych względem średnich wartości natężenia pola w okolicy występowania danego czynnika. Wzięto pod uwagę dwa zasadnicze rodzaje przeszkód przestrzennych: lasy i zabudowę. Jak wynika z danych podanych w poprzednim artykule, odchylenia standardowe wynoszą dla tych przypadków odpowiednio $S = 4,2$ dB i $S = 2,9$ dB.

Na rysunku 1 przedstawiono przebieg rozkładów przestrzennych natężenia pola wokół wartości medialnej dla terenu bez przeszkód, dla terenu zalesionego i zabudowanego.

Rozrzut wartości natężenia pola na krótkim odcinku linii kolejowej (rozkład krótkodystansowy)

Przeprowadzone pomiary i ich analiza wykazały duże zróżnicowanie charakteru rozkładów krótkodystansowych w zależności od warunków terenowych. Blisko nadajnika występują z reguły rozkłady ściśle przylegające do rozkładu Rayleigh'a. W miarę wzrostu odległości od nadajnika rozkłady stopniowo zbliżają się do rozkładu normalnego, przy czym ich odchylenie standardowe systematycznie maleje. Tendencja ta jednak nie zawsze jest zachowana. Zdarzają się często przypadki, gdy w strefie bliskiej występuje rozkład normalny, o małym odchyleniu standardowym, a w dalszych odległościach od nadajnika rozkład zbliżony do rozkładu Rayleigh'a. Ten ostatni przypadek zachodzi w pobliżu dużych przeszkód skupionych i związanych jest ze zjawiskiem interferencji fal zdyfrakcjonowanych lub odbitych.

W przypadku konieczności zapewnienia dostatecznego poziomu natężenia pola na wszystkich krótkich odcinkach linii kolejowej (np. przekazywanie danych cyfrowych) należy uwzględniać rozkład Rayleigh'a, który jest rozkładem najniekorzystniejszym. Dla zastosowań typowej radiotelefonicznej łączności pociągowej najwłaściwsze jest przyjęcie rozkładu pośredniego między granicznym rozkładem normalnym i rozkładem Rayleigh'a. Na rysunku 2 uwidoczniono wszystkie omawiane rozkłady. Rozkład Rayleigh'a przedstawiono w siatce rozkładu normalnego. Linia przerywaną pokazano na rysunku rozkład normalny o odchyleniu standardowym $S = 1,3$ dB. Jest to rozkład o najniższym odchyleniu standardowym spośród wszystkich zmierzonych rozkładów krótkodystansowych. Rozkład ten, wraz z rozkładem Rayleigh'a ograniczają pole rozkładów zmierzonych w różnych warunkach. W środku tego pola naniesiony jest średni rozkład zmierzony, zalecany jako podstawa do obliczania zasięgu sumarycznego.

Aby otrzymać sumaryczny rozkład natężenia pola dla terenu linii kolejowej, należy dodać odpowiednie wartości względnych poziomów natężenia pola z rozkładu przestrzennego i właściwego rozkładu krótkodystansowego. Otrzyma się wówczas dla każdego procentu pokrycia miejsca odpowiednią wartość poprawki, o którą trzeba skorygować krzywą bazową (medianę), aby otrzymać przewidywany poziom natężenia pola.

Rozrzut wartości natężenia pola na różnych trasach fali (sumaryczny rozkład przestrzenny w terenie niekolejowym)

Rozkład przestrzenny w terenie niekolejowym wyznaczony został na podstawie znanych źródeł, podających informacje na temat charakteru i parametrów rozkładu dla terenów przeciętnie spotykanych w radiokomunikacji ruchomej. Dla terenu kolejowego pominięto

wpływ czynnika falistości terenu na parametry rozkładu przestrzennego, bowiem jak wykazała praktyka, długie proste linie kolejowe związane są z zasadą z terenem o małej falistości. W terenie niekolejowym nie można przyjąć takiego założenia. Przeciwnie, czynnik ten, wobec braku szczegółowego różnicowania rodzajów terenu, odgrywa podstawową rolę w określaniu parametrów rozkładu.

Podawane w literaturze wartości przeciętnego odchylenia standardowego dotyczą rozkładu sumarycznego przestrzennego natężenia pola. Dotyczą one na ogół terenu o falistości określonej definicją CCIR $\Delta h = 50$ m. Podawane wartości wahają się w granicach $\sigma = 8 \div 11$ dB. W ramach opisywanej pracy przyjęto wartość 10 dB pokrywającą się z danymi CCIR. Thiessen podaje zależność odchylenia standardowego σ od wartości współczynnika terenowego g , który był zdefiniowany w artykule w nr 6/80 Automatyki Kolejowej. Istnieje równoważność wartości parametrów $\Delta h = 50$ m i $g = 15 \cdot 10^{-3}$.

Wygodne jest wykorzystanie wyników Thiessena przy opisywaniu sumarycznych rozkładów przestrzennych w terenie niekolejowym dla różnych stopni falistości terenu. Przyjęto następujące wartości parametru rozkładu: $g = (1, 6, 15 \text{ i } 30) \cdot 10^{-3}$ odpowiadające wartościom $\sigma = 5, 7, 10 \text{ i } 15$ dB. Zakłada się, że rozkłady sumaryczne, na skutek normalnego charakteru rozkładu przestrzennego o dużym odchyleniu standardowym, są również zbliżone do rozkładu normalnego. Na rysunku 3 przedstawiono wykresy rozkładów sumarycznych dla ustalonych wyżej parametrów, przy założeniu, iż są to rozkłady o charakterze normalnym.

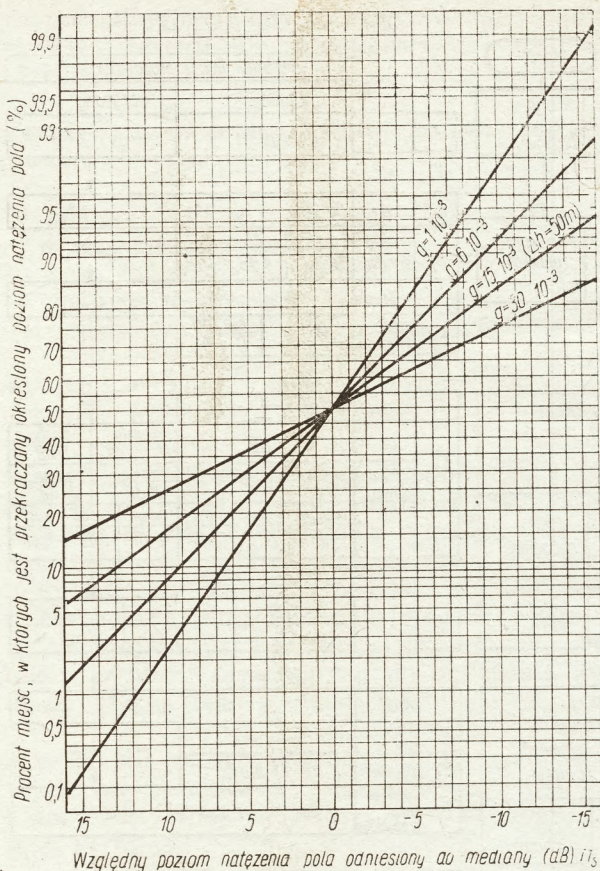
Wytyczne projektowania

Przewidywanie wartości mediany natężenia pola ($P = 50\%$)

Procedura przewidywania wartości mediany natężenia pola dla przypadków zgodności i niezgodności kierunków linii kolejowej i propagacji fali (tzn. dla terenu kolejowego i niekolejowego) została przedstawiona w postaci schematu na rysunku 4. Kolejność czynności, które należy wykonywać w procesie przewidywania, podana jest w kolumnie w lewej części schematu. Początek działania rozpoczyna się od góry kolumny. Każde z pięter kolumny oznaczone jest literą i obejmuje czynnik lub charakterystyczną grupę czynników uwzględnianych kolejno w procesie przewidywania.

W prawej części schematu podane są wartości poszczególnych czynników lub sposoby ich uzyskiwania (obliczanie z podanych formuł lub odczytywanie z odpowiednich rysunków). Ta część schematu zawiera dwie kolumny: lewą dla terenu kolejowego i prawą dla terenu niekolejowego. Niektóre czynniki są wspólne dla obydwóch kolumn.

Czynniki wymienione w schemacie w piętrach C, D, E i G występują w zależności od



Rys. 3. Rozkład sumaryczny natężenia pola dla terenu niekolejowego

sytuacji terenowej. Czynniki nieaktualne dla danej sytuacji należy pomijać lub przyjmować ich wartości jako 0 dB.

Po wyznaczeniu wartości wszystkich aktualnych czynników oblicza się wartość przewidywaną mediany natężenia pola z zależności:

$$F(50) = A + \Sigma B_i + \Sigma C_i + D + \Sigma E_i + \Sigma G_i + H$$

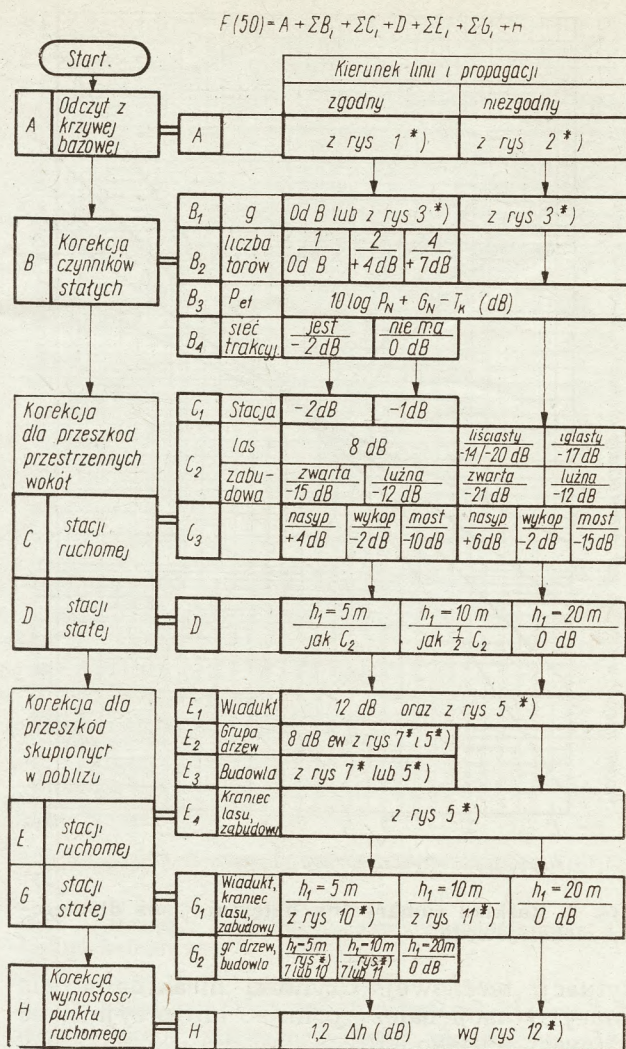
Przy wyznaczaniu czynników należy uwzględnić następujące uwagi:

Czynnik B_1 może być w pierwszym przybliżeniu przyjmowany jako zero dla większości prostoliniowych odcinków linii kolejowych. Korzystanie z rysunku 3*) konieczne jest przy występowaniu wyraźnej falistości terenu.

Czynnik B_2 może być wyznaczany za pomocą tabelek pomocniczych na rysunkach krzywych bazowych. Należy najpierw określić za ich pomocą poprawkę z powodu różnicy mocy nadajnika P_N względem 1 W, a potem dodać do niej zysk anteny stacjonarnej G_N [dB] i odjąć wartość tłumienia instalacji antenowej T_K [dB].

Czynnik C_2 dla terenu kolejowego, zalesionego traktować należy jako wartość przybliżoną. Należy się liczyć z dużymi wahaniami ($-3 \div -15$ dB) rzeczywistej wartości tego czynnika przy różnych odległościach ściany lasu od torów. Przy odległości większej od 40 m czynnik można pominać.

*) Rysunek w poprzednim artykule tego cyklu (nr 2/81)



Rys. 4. Metoda wyznaczania mediany natężenia pola ($P = 50\%$)

Czynnik C_2 dla terenu niekolejowego pokrytego lasem liściastym ma dwie wartości liczbowe. Dla okresu letniego właściwa jest wartość -20 dB. Wartość -14 dB obowiązuje dla warunków zimowych. Przy liczeniu zasięgów użytecznych należy przyjmować zawsze większe tłumienie.

Czynnik E_1 — dla określenia maksymalnego tłumienia za przeszkodą — można przyjmować jako -12 dB. Dla określenia zasięgu tłumienia przy oddalaniu się od przeszkody należy korzystać z rysunku 5*).

Czynnik E_2 można orientacyjnie przyjmować jako -8 dB. Jeśli wymiary grupy drzew odbiegają znacznie od szerokości 20 m i wysokości 10 m, tłumienie należy wyznaczać z rysunków 7*) i 5*). Należy przyjmować wynik dający mniejsze tłumienie. Z rysunków korzystać należy również dla określenia zasięgu tłumienia. Należy pamiętać, że wyznaczone wartości tłumienia dotyczą najniekorzystniejszego przypadku lokalizacji przeszkody na osi propagacji fali.

Czynnik E_3 należy wyznaczać z rysunków 7*) i 5*) z tymi samymi uwagami, jak w przypadku E_2 .

Czynnik E_4 wyznacza się z rysunku 5*) przy założeniu, że początek osi drogi leży w głębi obszaru przeszkody (lasu lub zabudowy) ok. 200 m od krańca tej przeszkody. Dlatego wartości odległości odczytywane z tej osi muszą być zmniejszane o wartość $0,2$ km.

Czynnik G_2 należy wyznaczać z uwagami jak w przypadku E_3 , lecz z rysunków 7*), 10*) i 11*).

Przewidywanie poziomów natężenia pola przy żądanym procencie pokrycia miejsc $P \neq 50\%$

Procedura wyznaczania poziomu natężenia pola, odpowiadającego dowolnemu prawdopodobieństwu (P) pokrycia miejsc, w których poziom ten jest przekraczany, została przedstawiona w postaci schematu na rysunku 5.

Wyznaczanie rozpoczyna się od znalezienia poziomu medialnego natężenia pola wg procedury opisanej wyżej. W dalszym ciągu poziom ten koryguje się dla żadanego prawdopodobieństwa P w sposób zależny od zgodności kierunku linii kolejowej i propagacji fali. Dla kierunku zgodnego (teren kolejowy) wyznacza się dwie oddzielne poprawki: M_p z rozkładu przestrzennego na rysunku 1 i M_k z rozkładu krótkodystansowego na rysunku 2. Dla kierunku niezgodnego (teren niekolejowy) wyznacza się jedną poprawkę M_s z rozkładu sumarycznego na rysunku 3. Wyznaczanie szukanego poziomu dokonywane jest na podstawie zależności:

$$F(P) = F(50) \pm \sqrt{M_p^2 + M_k^2}$$

lub

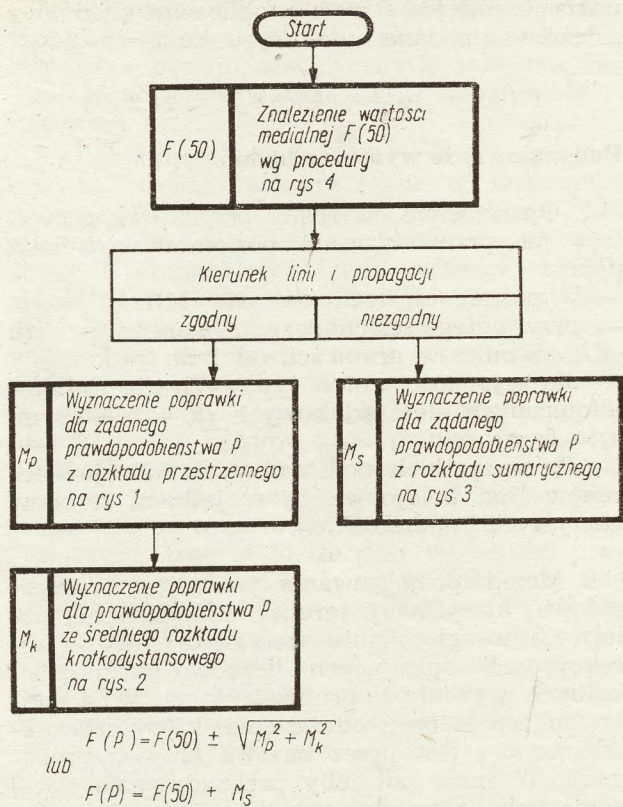
$$F(P) = F(50) + M_s$$

Przy wyznaczaniu poprawki M_k można korzystać z dwóch rodzajów rozkładów krótkodystansowych na rysunku 2.

W typowych przypadkach radiotelefonicznej łączności pociągowej należy korzystać z rozkładu średniego. W konsekwencji niektóre krótkie odcinki trasy będą miały większy procent miejsc, w których będzie przekraczany wyznaczany poziom, niektóre zaś mniejszy procent miejsc, niż P . Średnie pokrycie trasy będzie jednak zgodne z założeniem.

W przypadku potrzeb specjalnych (np. przekazywanie danych cyfrowych), dla których konieczne jest zapewnienie żadanego prawdopodobieństwa

*) Rysunek w poprzednim artykule tego cyklu (nr 2/81 Automatyki Kolejowej)



Znak „-” stosuje się jeśli wartości M_D i M_K są ujemne ($P > 50\%$)

Rys. 5. Metoda wyznaczania poziomu natężenia pola odpowiadającego prawdopodobieństwu (P) pokrycia miejsc, w których poziom ten jest przekraczany w przypadku $P \neq 50\%$

dobieństwa P nawet na najtrudniejszych krótkich odcinkach trasy, korzystać należy z rozkładu Rayleigh’a. W konsekwencji wyznaczany poziom natężenia pola zmniejszy się w porównaniu z poprzednim przypadkiem, lecz średnie pokrycie trasy będzie lepsze od założonego.

Przykład projektowania

Dla przykładu podano obliczenie przewidywanego poziomu natężenia pola, który będzie przekraczany w 90% miejsc w okolicy punktu leżącego na prostej linii kolejowej w odległości 10 km od nadajnika stacjonarnego. Szczegółowe dane wyjściowe dla zadania przykładowego zaczerpnięto z sytuacji panującej na węgierskiej linii kolejowej Zalaszentivan — Szombathely. Można je opisać następująco:

Linia kolejowa jest prosta.

Wysokość anteny odbiorczej wynosi $h_2 = 5$ m. Wysokość anteny nadawczej wynosi $h_1 = 17$ m.

Falistość terenu jest bardzo mała, $g = 0,2 \cdot 10^{-3}$. Linia jest jednotorowa, niezelektryfikowana. Moc nadajnika wynosi 6 W. Antena nadawcza jest anteną kierunkową o zysku 11,6 dB połączoną z nadajnikiem kablem o tłumienności 7 dB.

Punkt odbiorczy leży na terenie stacji kolejowej w terenie nie zabudowanym i nie zalesionym.

Teren w rejonie stacji stałej jest nie zabudowany i nie zalesiony.

W pobliżu punktu odbiorczego leżą następujące przeszkody skupione:

- kraniec lasu na kilometr: 6,5,
- grupy drzew na kilometr: 8 i 9,
- pojedyncza budowla na kilometr: 9.

W pobliżu stacji stałej znajdują się grupy drzew na kilometr: 1,3 i 2.

Wyniosłość terenu w punkcie odbiorczym wynosi $\Delta h = -2$ m. Ze schematu na rysunku 5 wynika, że dla wyznaczenia poziomu natężenia pola dla prawdopodobieństwa pokrycia miejsca $P \neq 50\%$, należy najpierw znaleźć wartość mediany natężenia pola według procedury podanej na rys. 4. Wartości aktualnych czynników syntezy niezbędnych do obliczenia mediany wyznaczono w następujący sposób:

$A = 27$ dB interpolowano z krzywych bazowych na rysunku 1^{*)} dla odległości 10 km i dla efektywnej wysokości anteny nadawczej $h_1 = 17$ m.

$B_1 = 0$ przyjęto na podstawie faktu, że $g \ll 2 \cdot 10^{-3}$.

$B_2 = 0$, ponieważ linia jest jednotorowa.

$B_3 = 12,4$ dB obliczono jako sumę: zysku mocy 6 W w stosunku do 1 W (7,8 dB odczytane z wykresu korekcyjnego na rysunku 1^{*)} lub obliczone jako $10 \log 6$), zysku anteny nadawczej 11,6 dB oraz straty w kablu antenowym — 7 dB.

$B_4 = 0$, ponieważ linia jest niezelektryfikowana.

$C_1 = -1$ dB, ze względu na położenie punktu odbiorczego w rejonie stacji kolejowej niezelektryfikowanej.

$C_2 = 0$, ponieważ teren otaczający punkt odbiorczy nie jest zalesiony, ani zabudowany.

$C_3 = 0$, ponieważ nie ma w otoczeniu punktu odbiorczego nasypu, wykopu, ani mostu.

$D = 0$, ponieważ teren otaczający punkt nadawczy nie jest zalesiony, ani zabudowany.

$E_1 = 0$, ponieważ na trasie łączności nie ma wiaduktów.

$E_2 = -2$ dB. W pobliżu punktu odbiorczego na trasie łączności są dwie grupy drzew leżące w odległościach 1 i 2 km od tego punktu. Z rysunku 7^{*)} wynika, że dalsza przeszkoda nie wnosi tłumienia, natomiast bliższa (przy założeniu $D = 20$ m) mogłaby wносить maksymalne tłumienie 2 dB. Z rysunku 5^{*)} wynika, że przy założeniu iż jest to przeszkoda szeroka o wysokości 10 m, tłumienie ($h_1 = 17$ m) można oszacować podobnie na 2 dB.

$E_3 = -2$ dB. Występują dwie budowle, odległe o 1 km i 3,3 km od odbiornika. Wpływ

dalszej budowli jest pomijalny, natomiast bliższa wnosi tłumienie 2 dB wyznaczone w identyczny sposób jak dla grupy drzew.

$E_4 = 0$, ponieważ jak wynika z rysunku 5^{*)}, kraniec lasu leżący w odległości 3,5 km od punktu odbiorczego nie wnosi żadnego tłumienia.

$G_1 = 0$, ponieważ w pobliżu nadajnika nie występują tereny zalesione, ani zabudowane.

$G_2 = -1$ dB. Tłumienie takie przyjęto dla grupy drzew znajdującej się w odległości 1,3 km od nadajnika. Nie są znane dokładne wymiary tej przeszkody, dlatego założono, że jest to obiekt typowy o szerokości 20 m. Z rysunku 7^{*)} można w takim przypadku odczytać wnoszone tłumienie jako 1 dB. Z rysunku 11^{*)} tłumienie wypada rzędu 5 dB, jednak jest ono zbyt duże, gdyż antena stacjonarna jest większa od 10 m i mamy do czynienia raczej z przypadkiem $h_1 = 20$ m, dla którego założono przyjmować $G_2 = 0$. W rezultacie uznać można wartość $G_2 = -1$ dB za rozsądny kompromis. Grupę drzew w odległości 2 km można pominąć.

$H = -2,4$ dB. Linia średniego nachylenia terenu na odcinku między stacją stałą i ruchomą przebiega powyżej poziomu terenu na km 10. Różnica poziomów wynosi w tym punkcie, zgodnie z definicją na rysunku 12^{*)}, 2 m. Stąd wartość $H = -2,4$ dB.

Obliczone wartości czynników korekcyjnych dodano do wartości odczytanej z krzywej bazowej, wg zależności podanej na górze rysunku 4.

$$F(50) = 27 + 12,4 - 1 - 4 - 1 - 2,4 = 31 \text{ dB}$$

(wzgl. 1 $\frac{\mu V}{m}$)

Wartość ta jest bardzo bliska średniej wartości zmierzonej w rzeczywistej sytuacji terenowej, która wynosi 29,7 dB.

Po znalezieniu $F(50) = 31$ dB, dalsze obliczenia wykonano w oparciu o schemat na rysunku 5. Kierunek przebiegu linii kolejowej i propagacji fali jest zgodny, ponieważ z założenia projekt dotyczy linii prostej. Dla tego przypadku poprawki wynikające z różnicy żadanego procentu pokrycia miejsc w stosunku do 50% oblicza się oddzielnie dla rozkładu przestrzennego i oddzielnie dla krótkodystansowego. Pierwszą z poprawek M_p odczytano z rysunku 1 dla prawdopodobieństwa pokrycia 90% i linii bez przeszkód, jako $-4,5$ dB. Następnie, z rysunku 2 odczytano poprawkę M_k wynikającą z rozkładu krótkodystansowego. Przyjęto rozkład średni, ponieważ w danych wyjściowych nie zaznaczono, że w projektowanej sieci mają być przekazywane dane cyfrowe lub, że sieć ta ma spełniać inne funkcje specjalnego typu. Odczytana dla prawdopodobieństwa 90% poprawka wynosi -5 dB.

Wypadkową wartość przewidywanego natężenia pola odpowiadającą prawdopodobieństwu

pokrycia miejsc $P = 90\%$ obliczono zgodnie z zależnością podaną u dołu rysunku 5.

$$F(90) = 31 - \sqrt{4,5^2 + 5^2} = 24,3 \text{ dB}$$

Podsumowanie wyników badań

1. Opracowane materiały projektowe pozwalają na przewidywanie poziomów natężenia pola:

- w paśmie częstotliwości 460 MHz,
- przy odległościach rozpatrywanego punktu od nadajnika w granicach od 1 do 20 km,
- dla wysokości anten typowych dla radiotelefonicznych sieci szlakowych ($h_1 = 5 \div 20$ m; $h_2 = 5$ m),
- dla wszystkich podstawowych rodzajów terenów linii kolejowych z wyjątkiem terenów górzystych i nadmorskich.

2. Metoda projektowania oparta jest na szczegółowej klasyfikacji terenów kolejowych i polega na uwzględnianiu szeregu czynników korekcyjnych opisujących liczbowo różnicę lokalnych warunków propagacyjnych w stosunku do tzw. terenu odniesienia, który scharakteryzowany jest przez bazową krzywą propagacji. W razie potrzeby przewidywania natężenia pola jedynie w sposób orientacyjny, stosunkowo złożona procedura projektowania może być dowolnie uproszczona przez pomijanie czynników mniej istotnych dla danej sytuacji.

3. Przy projektowaniu łączności z pociągami w ruchu, wyróżniono dwa zasadnicze przypadki: propagację fali wzdłuż linii kolejowej (teren kolejowy) i propagację fali biegnącej pod kątem w stosunku do linii kolejowej (teren niekolejowy). Opracowane materiały projektowe w części dotyczącej terenu kolejowego oparte są o własne pomiary. Dane dla terenu niekolejowego oparto o dostępne wyniki dotychczasowych badań. Przez to, czynniki korekcyjne w tej części materiałów są mniej zróżnicowane i mogą zapewniać mniejszą dokładność projektowania.

4. Uzyskane wyniki pomiarów wykazały, że w terenie kolejowym warunki propagacyjne są lepsze niż dla terenu niekolejowego. Przy linii kolejowej czterotorowej różnica może dochodzić do 13 dB. Wynika ona z istnienia pewnego rodzaju duktu, jaki linia kolejowa tworzy dla rozchodzącej się fali w otaczającym terenie. Efekt duktu maleje stopniowo przy wzroście odległości od nadajnika.

5. Przewidywanie poziomu natężenia pola wg proponowanej metody jest tylko elementem całości procesu projektowania sieci radiotelefonicznych. Pozwala ono na ocenę tłumienia trasy propagacji fali, z uwzględnieniem deformacji pola wprowadzanej przez obecność lokomotywy lub wagonu, na dachu których zainstalowana jest antena odbiorcza. Do ustalenia zasięgu łączności trzeba jeszcze uwzględnić inne czynniki, takie jak: zysk anteny ru-

chomej, tłumienie instalacji antenowej stacji ruchomej, poziom szumów własnych odbiorników oraz poziom zewnętrznych zakłóceń radioelektrycznych w miejscach stacji stałej i ruchomej.

6. Dokładność uzyskanych wyników pomiarowych, dzięki przekraczaniu w większości przypadków przyjętej minimalnej liczby pomiarów, może być uważana za lepszą od założonej (szerokość przedziału ufności ± 3 dB, absolutna dokładność kalibracji aparatury ± 3 dB). Trzeba jednak pamiętać, że badane zjawiska mają charakter losowy a uzyskane wyniki są parametrami odpowiednich rozkładów statystycznych. Z tego względu, nawet przy założeniu braku błędów typu pomiarowego, dokładność przewidywania poziomów natężenia pola za pomocą proponowanych materiałów może być rozważana też tylko w sposób statystyczny. Oznacza to, że przy większości prawidłowych prognoz, będą się trafiały przypadki zbyt optymistycznego przewidywania w porównaniu z rzeczywistością. W najbardziej niekorzystnym przypadku (obszary lasu przy wypadkowym odchyleniu standardowym rozkładu przestrzennego rzędu 5,5 dB) niebezpieczna różnica będzie mniejsza od 5 dB aż w 80% przewidywać.

7. Uwzględniając osiągniętą dokładność wyników można uważać proponowaną metodę za

dostatecznie dokładną dla projektowania sieci radiotelefonicznych na szlakach kolejowych bez potrzeby przeprowadzania pomiarów wstępnych. Po wybudowaniu sieci konieczne jest jednak praktyczne sprawdzenie pokrycia trasy, na skutek możliwości wystąpienia statystycznych zjawisk, o których była mowa. Sprawdzenie takie jest sprawą łatwą, bowiem jest dokonywane za pomocą już zainstalowanych urządzeń radiotelefonicznych. Ewentualne korekty pokrycia trasy łączności mogą być dokonywane drogą regulacji wysokości anten stacyjnych lub zmiany ich zysku kierunkowego.

8. Uporządkowane schematy procedury przewidywania natężenia pola stworzyły możliwość zautomatyzowania procesu projektowania przy użyciu komputera. Komputerowa metoda projektowania, która będzie opisana w oddzielnym artykule, jest szybka i wygodna, zapewniając jednocześnie dużą szczegółowość i dokładność projektowania.

9. Opracowana metoda projektowania dotyczy pasma częstotliwości 460 MHz, jednak doświadczenie zdobyte przy jej opracowaniu, zestawy aparaturowe oraz wypracowana procedura projektowania zostały już wykorzystane przy tworzeniu analogicznych materiałów dla pasma częstotliwości 150 MHz wykorzystywanego przez sieć pociągową PKP.

mgr inż. ANDRZEJ HOLEWIŃSKI

Elektryczny napęd zwrotnicowy typu SAXBY MATR 68

Od 1980 r. na górze rozrządowej stacji zakładowej Płock-Rafineria pracują urządzenia francuskiej firmy SAXBY. Automatyzacja pracy tego rejonu stacji okazała się konieczna z uwagi na potrzeby systemu dyspozytorskiego, który kieruje ruchem wagonów (cystern) z grupy przyjazdowej przez górkę rozrządową do punktów nalewczych i następnie na grupę torów odjazdowych.

Firma SAXBY — założona w Wielkiej Brytanii przez pioniera sygnalizacji kolejowej Johna Saxby (1821—1913) — na początku XX wieku została przeniesiona do Francji, gdzie była dalej prowadzona przez wnuka założyciela. Obecnie SAXBY jest jedną z najpoważniejszych firm produkujących, między innymi, urządzenia automatyzacji i sygnalizacji dla kolejnictwa nie tylko krajów europejskich.

Ze względu na ciekawe rozwiązania techniczne, jakie stosuje SAXBY warto zapoznać polskiego czytelnika z niektórymi urządzeniami, które ona produkuje. Do takich należą niewątpliwie elektryczne napędy zwrotnicowe Matr 68 (rys. 2). Napędy Matr 68 przeznaczone są do pracy zarówno na górkach rozrządowych — jako napędy szybkiego przełączania

krótszy od 0,5 s) — jak i do pracy w urządzeniach stacyjnych (z normalnym czasem nastawiania ok. 1 s). Dolegająca iglica rozjazdu jest trzymana przez silną sprężynę ustalającą, która znajduje się wewnątrz napędu; sprężyna ta pracuje jedynie na ściskanie. Warto zauważyć, że zastosowanie sprężyny ustalającej eliminuje normalnie stosowane w Polsce baterie przetwornic, zapewniające (w razie zaniku napięcia zasilania podczas pracy silnika) doprowadzenie iglic do położenia końcowego. Wykluczone staje się położenie pośrednie iglic, które dzięki sprężynie mogą zajmować jedynie położenie „+” lub „—”.

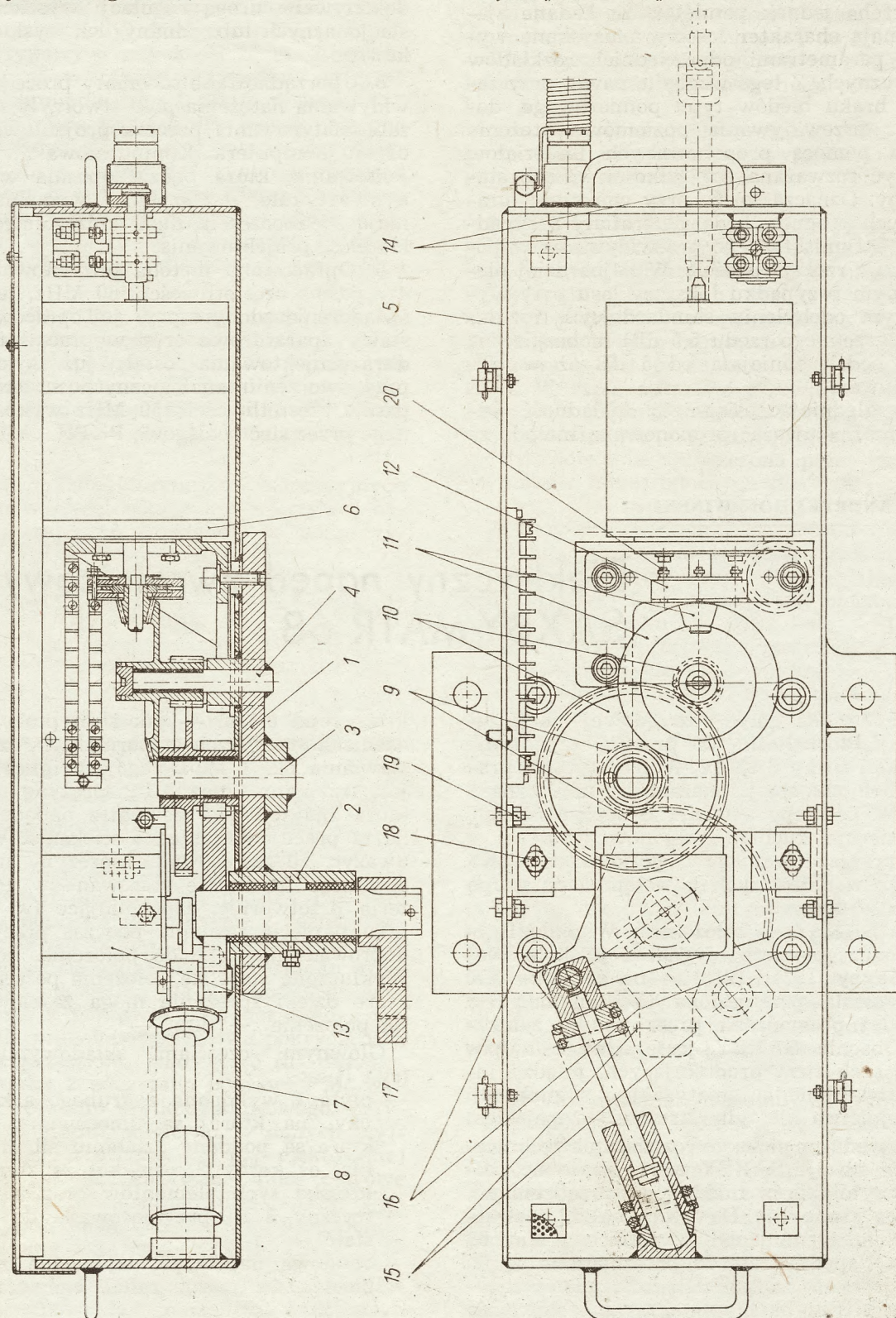
Głównymi częściami składowymi napędu (rys. 1) są:

- płyta 1 wykonana z grubego arkusza blachy, na której są umocowane te części, które są poddane działaniu sił, np. sworznie, oś korby 2, osie kół zębatach 3 i 4; łożyska tych elementów oraz silnik elektryczny 6 są przymocowane do płyty na stałe;
- obudowa napędu 5, wykonana z cienkiej blachy, utrzymuje ramię wahacza 7 i dodatkowe urządzenia;

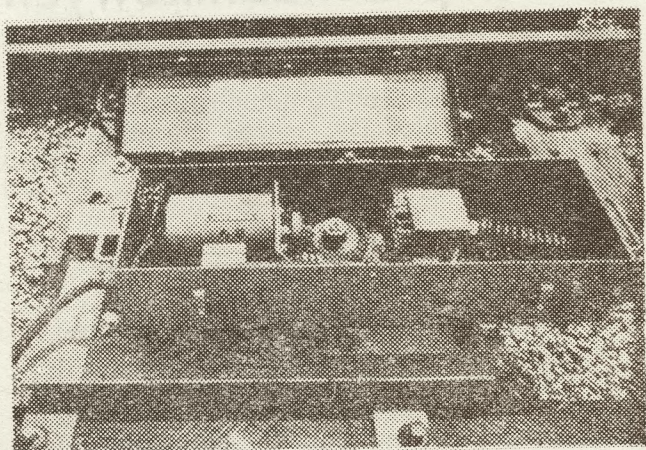
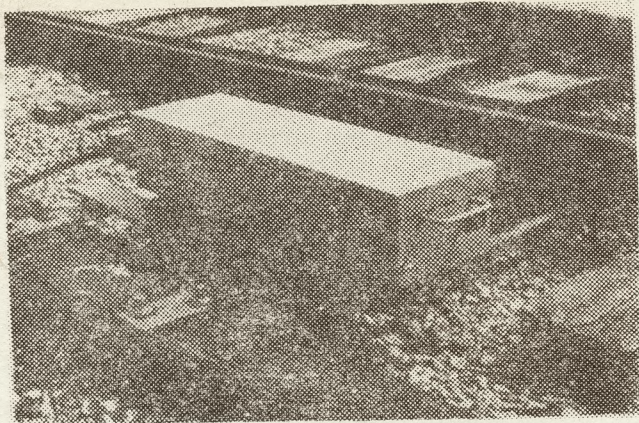
- pokrywa 8 uszczelniona i zamykana na kłódkę;
- zespół kół zębatach, składający się z dwóch kół zębatach walcowych 9 i 10 oraz z kół zębatach stożkowych 11, z których mniejsze jest połączone z silnikiem przez sprzęgło 12;
- zespół zestyków sterowania i kontroli 13 napędzanych przez główną oś, wykonanych jako zestyki błyskawiczne wyposażone w podwójne nabiegunniki;

- wyłącznik elektryczny uruchamiany przy ręcznym korbowaniu 14, zabezpieczający odłączenie przewodów nastawczych;
- opornik — grzejnik zabudowany w razie potrzeby.

Napęd ma otwory wentylacyjne w celu uniknięcia skraplania pary wodnej. Napęd jest w prosty sposób dostosowywany do wszystkich typów zwrotnic spotykanych na górkach rozrządowych. Przy zastosowaniu normalnej



Rys. 1. Części składowe napędu zwrotnicowego Matr 68



Rys. 2. Napęd zwrotnicowy Matr 68

dźwigni korbowej 17, najmniejszy i największy skok zawiera się w granicach od 90 do 130 mm. Dla skoku w granicach od 120 do 160 mm używa się specjalnej dźwigni korbowej.

Najbardziej odpowiedni do warunków pracy i wymagający najmniejszej obsługi, a ponadto utrzymania okazał się silnik trójfazowy o uzwojeniu klatkowym, napięciu pracy 220 lub 380 V prądu zmiennego. Mogą być również zastosowane inne typy, np. 115 V prądu stałego, jednofazowe. Najszybszy napęd zwrotnicowy, stosowany dla zwrotnic górówk rozrządowych, jest wyposażony w silnik o 3000 obr./min. Czas nastawiania zwrotnicy jest krótszy od 0,5 s. Ten sam napęd z silnikiem o 1000 obr./min. przestawia iglice w czasie około 1 s.

Regulacja skoku silnika jest ograniczona przez samą zwrotnicę, gdyż silnik nie ma specjalnej regulacji umożliwiającej zatrzymanie go w końcowej fazie biegu. Regulacja połączenia pomiędzy zwrotnicą i silnikiem polega na zapewnieniu równowagi pomiędzy dwoma końcowymi położeniami silnika. Jest to łatwe do osiągnięcia przy ustawieniu zarówno zwrotnicy, jak i silnika w połowie skoku (znak połowy skoku 15 jest zaznaczony na silniku). Przed przyłączeniem silnika do zwrotnicy przeprowadza się regulację pręta nastawczego za pomocą kłamry regulującej. Regulacja ta musi być wykonana dokładnie, aby w żadnej z

dwóch końcowych pozycji sektor silnika nie mógł dojść do nakrętek 16, przytrzymujących śruby mocujące, używane do stałego umocowania na czas transportu. Położenie sektora dla obu pozycji musi być symetryczne względem osi podłużnej napędu.

Regulacja styków jest wykonywana po zwolnieniu dwóch motylkowych nakrętek 18. Zwrotnica w zmienionym położeniu zamyka zestyki pomiarowe z ośmiomilimetrową przekładką, włożoną pomiędzy iglicę i opornicę. Proces regulacji należy powtórzyć w stosunku do obu położen zwrotnicy. Później zespół stykowy może być nawet zdjęty, po zwolnieniu czterech śrub 19, lecz czynności regulacji nie muszą być powtarzane.

Regulacja sprzęgła 20 na silniku powinna być wykonana z dużą precyzją, tak aby można było osiągnąć wielkość momentu obrotowego wymaganego do przestawienia iglic, przy pokonaniu oporu sprężyny wahacza. Minimalna wielkość momentu obrotowego wynosi 0,6 m/daN. Z powodu wzrostu zużycia materiału trącego ogranicznik momentu obrotowego jest ustawiony na 0,8 m/daN. Ponowna regulacja jest wymagana wówczas, gdy wartość ta obniża się do 0,6 m/daN. Pomiary tych wartości oraz regulacja sprzęgła są bardzo łatwe, pomimo że wymagają odłączenia silnika. Chcąc wykonać regulację, używa się specjalnego miernika — wskaźnika tarcia, który wkłada się w miejsce wprowadzenia korby ręcznej, tj. na kwadratowe zakończenie wału silnika.

Miernik ten składa się z elastycznie zamocowanej ręcznej dźwigni, poruszającej się przed tarczą z podziałką. Miernik jest tak wyregulowany, że przy poruszaniu dźwignią rozłączenie mechanizmu następuje przy dwóch wielkościach — 0,6 m/daN i 0,8 m/daN.

Jeśli silnik porusza się jeszcze po zakończeniu skoku, następuje ślizganie sprzęgła. Podczas tego zjawiska wskazówka miernika będzie pokazywać wielkość tarcia. Jeśli jest ona zbyt mocno dociśnięta do znaku 0,6 m/daN, należy równo dokręcać trzy śruby 20 tak długo, aż wskazówka ustawi się na wielkości 0,8 m/daN, jakkolwiek nie powinna do tej wielkości dochodzić. Silnik może wykonać 200 000 przestawień bez ponownej regulacji sprzęgła. Utrzymanie ogranicza się jedynie do lekkiego smarowania kół zębatach i oliwienia osi (w przybliżeniu raz na 2 miesiące). Sprzęgło, bez względu na okoliczności, nie powinno być smarowane.

Obecnie w Polsce są produkowane rozjazdy przeznaczone do zastosowania na górkach rozrządowych typu ssd, tj. szynowo-sprężyste. W rozjazdach tych minimalne odsunięcie iglicy od opornicy nie może być mniejsze niż 150 mm. W tej sytuacji konieczne jest zdemontowanie zamknięcia nastawczego przy rozjazdach, ponieważ przy skoku pręta nastawczego 150 mm i istnieniu zamknięć — iglica byłaby odsunięta od opornicy jedynie o 125 mm, co zostało uznane za odległość zbyt małą.

Dane techniczne napędu Matr 68, przeznaczone dla górnek rozrządowych, są następujące:

— wysokość	220 mm
— długość	920 mm
— szerokość	210 mm
— waga	80 kg
— napięcie	380 V $\pm$ 10%
— liczba przewodów w kablu	10
— opór linii	6 Ω

dr inż. JERZY SKORWIDER

— maksymalny prąd rozruchu silnika	15 A
— czas przestawiania	0,4 s
— liczba obrotów silnika	3000 obr./min.
— liczba zadziałań bez konieczności regulacji sprzęgła	200 000
— siła docisku iglic przy skoku 150 mm	200 $\pm$ 20 kG
— liczba zadziałań bez konieczności generalnego przeglądu	3 $\cdot$ 10 ⁶

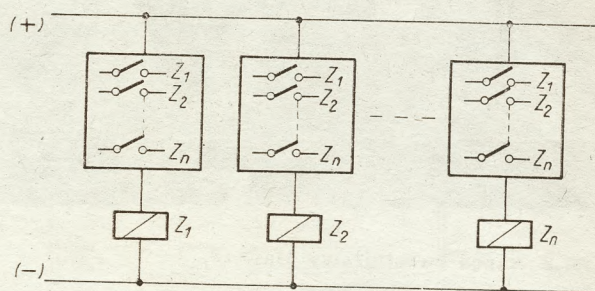
Testowanie zestawów przekaźnikowych

Zadania przewożowe PKP, które muszą być realizowane przy dużej niezawodności urządzeń sterujących ruchem pociągów, wymagają między innymi stosowania nowoczesnych systemów urządzeń stacyjnych oraz liniowych. Jednym z nich jest produkowany w kraju, na licencji firmy LM Ericsson, system stacyjnych urządzeń zblokowanych typu JZH 111. System JZH 111 jest systemem przekaźnikowym, charakteryzującym się zblokowaniem układów funkcyjnych, które polegają na wykorzystaniu zunifikowanych układów logicznych i wykonawczych, wchodzących w skład jednego modułu. Moduł ten może składać się z jednego lub kilku zestawów przekaźnikowych. Projektowanie w systemie JZH 111 polega na doborze zestawów przekaźnikowych odpowiednich do danej konfiguracji elementów układu torowego i zaprojektowaniu połączeń pomiędzy tymi zestawami. Kontrola techniczna zestawów przekaźnikowych jest wykonywana u producenta (w ZWUS w Katowicach) za pomocą Robota LTM 184500. Polega ona na sprawdzeniu parametrów elektrycznych zastosowanych w zestawach elementów oraz prawidłowego połączenia pomiędzy nimi. Wzrost produkcji zestawów przekaźnikowych musi wiązać się z rozbudową sieci urządzeń testujących, które powinny zapewnić właściwe funkcjonowanie zestawów. Pracujący obecnie u producenta jedyny egzemplarz urządzenia testującego (Robot LTM 184500) nie może zostać powielony; jest to bowiem urządzenie przestarzałe. Jedną z wad występujących przy stosowanym sposobie testowania jest konieczność każdorazowego wykonania wielu dodatkowych połączeń zewnętrznych pomiędzy określonymi, niedostępnymi — od strony złączy — punktami zestawu a urządzeniami testującymi, przed sprawdzaniem poszczególnych zestawów.

Przedstawiona w artykule metoda funkcjonalnego testowania zestawów przekaźnikowych jest propozycją innego podejścia do zagadnienia; ponadto nie zawiera wymienionej niedo-
godności.

Zestaw przekaźnikowy można traktować jak stykowy automat logiczny nie mający zmiennych wejściowych, natomiast mający n zmiennych

wychodzących. Po przeprowadzeniu dekompozycji automatu, można go przedstawić w postaci n sieci stykowych oraz n przekaźników neutralnych (rys. 1).



Rys. 1. Stykowy automat logiczny z przekaźnikami

Tak przedstawiony zestaw przekaźnikowy jest opisany przez układ wyrażen logicznych:

$$Z_1 = Z_1(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

$$Z_2 = Z_2(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

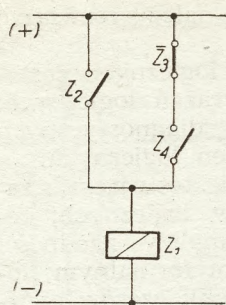
$$Z_n = Z_n(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

W obwodach wzbudzeń przekaźników występują zestyki zwierne oraz rozwierne różnych przekaźników z danego zestawu. Wyróżnia się tutaj dwa zasadnicze przypadki:

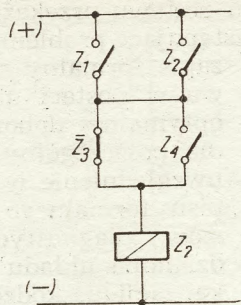
— w obwodzie wzbudzenia i -tego przekaźnika Z_i nie występuje jego zestyk własny z_i . Wyrażenie logiczne opisujące taki obwód stykowy ma wówczas charakter kombinacyjny, tzn. nie zawiera pamięci

$$Z_i = Z_i(z_1, z_2, \dots, z_{i-1}, z_{i+1}, \dots, z_n)$$

$$\text{np. } Z_1 = z_2 + \bar{z}_3 z_4 \quad \text{— (rys. 2);}$$



Rys. 2. Przykład kombinacyjnego obwodu stykowego



Rys. 3. Przykład sekwencyjnego obwodu stykowego

— w obwodzie wzbudzenia i -tego przekaźnika Z_i występuje jego zestyk własny z_i . Wyrażenie logiczne opisujące taki obwód stykowy ma wówczas charakter sekwencyjny, tzn. zawiera pamięć

$$Z_i = Z_i(z_1, z_2, \dots, z_{i-1}, z_i, z_{i+1}, \dots, z_n)$$

$$\text{np. } Z_2 = (z_1 + z_2)(\bar{z}_3 + z_4) \quad \text{— (rys. 3).}$$

Przystępując do analizy schematu ideowego zestawu przekaźnikowego wygodnie jest przedstawić jego obwody logiczne w postaci niezależnych sieci logicznych, oddzielnie dla każdego przekaźnika. Proces ten ilustrują przykłady pokazane na rysunkach 4, 5 i 6. Przedstawione w ten sposób obwody logiczne zestawu przekaźnikowego umożliwiają łatwą analizę oraz szybkie znalezienie wyrażeń logicznych:

- dla przykładu z rysunku 4: $Z_3 = z_1 z_2$;
- dla przykładu z rysunku 5: $Z_3 = z_1 + z_2$;
- dla przykładu z rysunku 6: $Z_2 = (z_1 + z_2) z_3$.

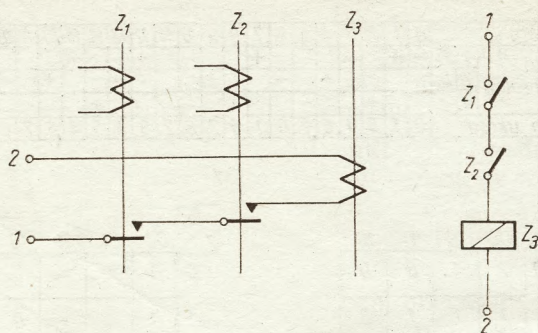
W zestawach przekaźnikowych, oprócz przekaźników neutralnych, występują również przekaźniki remanencyjne. W formalnym zapisie sieci logicznych z przekaźnikami remanencyjnymi można posłużyć się modelem, w którym występuje przekaźnik neutralny (rys. 7). W modelu przyjęto następujące oznaczenia:

- f_1 — reprezentuje funkcję załączającą (zespół zestyków sterujący cewką wzbudzącą);
- f_0 — reprezentuje funkcję wyłączającą (zespół zestyków sterujący cewką odwzbudzącą).

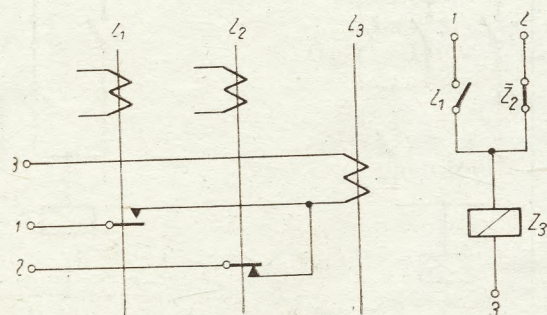
Wtedy, gdy dopuszcza się możliwość jednoczesnego podania napięcia znamionowego na obydwie cewki przekaźnika remanencyjnego, jego model (rys. 7a, b, c) jest opisany następującym wyrażeniem logicznym (funkcją stanów):

$$Z = f_1 f_0 + z(f_1 + \bar{f}_0)$$

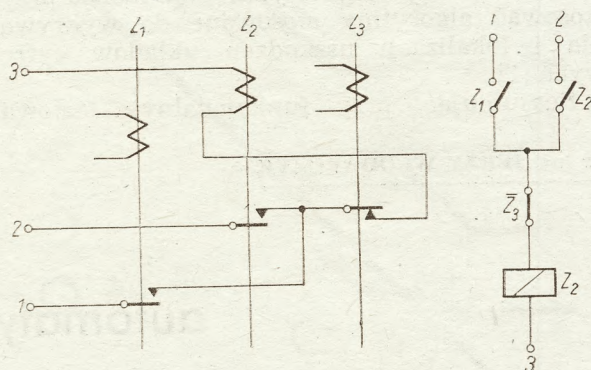
Uproszczony model przekaźnika remanencyjnego (rys. 7d, e) nie dopuszcza możliwości jed-



Rys. 4. Przykład sieci logicznej



Rys. 5. Przykład sieci logicznej



Rys. 6. Przykład sieci logicznej

nocznego zasilania obydwu jego cewek i wtedy funkcja stanów ma postać:

$$Z = f_1 + z \bar{f}_0$$

Testowanie zestawu przekaźnikowego będzie polegać na sprawdzeniu prawidłowej realizacji układu wyrażeń logicznych opisujących zestaw, zapisanych w pamięci zewnętrznej systemu testującego. W związku z tym powstaje problem najkorzystniejszego wyboru testów diagnostycznych, wykrywających i lokalizujących uszkodzenia sieci stykowej zestawu. Chcąc

D

Nr stanu		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Stan	1 f_1	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
elementów	2 f_0	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	4 z	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Stan układu		0	1	5	4	6	2	0	1	5	7	6	2	3	1	5	4	6	2	0

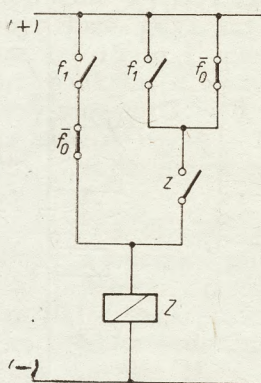
b

$f_0 f_1$	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	1	1	1	0

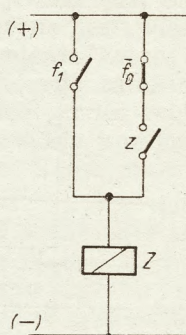
7

$f_0 f_1$	00	01	11	10
0	0	1	-	0
1	1	1	-	0

c



e



Rys. 7. Przełącznik reedantowy:

a) tablica kolejności łączeń, b), d) siatki stanów, c), e) modele przełącznika

zrealizować ten cel, należy opracować odpowiednie metody diagnostyczne, np. można przystosować algorytmy stosowane do wykrywania i lokalizacji uszkodzeń układów cyfrowych [1].

Reasumując, przy funkcjonalnym testowa-

dr inż. JERZY WŁODARCZYK

niu zestawu przełącznikowego należy rozwiązać następujące problemy:

- zapis formalny obwodów logicznych zestawu w postaci układu wyrażeń logicznych;
- optymalny dobór testów diagnostycznych dla poszczególnych wyrażeń logicznych;
- uwzględnienie w programie testującym: zapisu formalnego obwodów logicznych; testów diagnostycznych; analizy zgodności działania układu z zapisem formalnym; lokalizacji uszkodzeń (usterek); czasów opóźnień przełączników;
- utworzenie dodatkowego programu testującego dla tych elementów zestawu (np. transformatorów), których sprawdzanie nie zostało ujęte w zasadniczym programie testującym.

Zasadniczą zaletą funkcjonalnego testowania zestawów przełącznikowych jest wyeliminowanie lub znaczne zmniejszenie liczby dodatkowych połączeń zewnętrznych, wykonywanych obecnie w pracach przygotowawczych, a więc uproszczenie i skrócenie procesu testowania. Całkowita likwidacja połączeń zewnętrznych, do której należy dążyć, pozwoli na testowanie zestawu przełącznikowego przy dostępie do punktów pomiarowych wyłącznie od strony istniejących złączy wielostykowych. Fakt ten można wykorzystać przy projektowaniu nowego systemu testującego zestawu przełącznikowego.

Piśmiennictwo

- [1] Friedman A., Menon P.: Wykrywanie uszkodzeń w układach cyfrowych. Warszawa WNT 1974
- [2] Jakimowicz J., Zębik Z., Cieślak W.: Uniwersalna samoczynna blokada liniowa typu JZB 111. Warszawa WKiŁ Warszawa 1978
- [3] Siwiński J.: Układy przełączające w automatyce. Warszawa WNT 1980

ANZ II elektroniczny system automatycznego nastawiania zwrotnic na górze rozrządowej

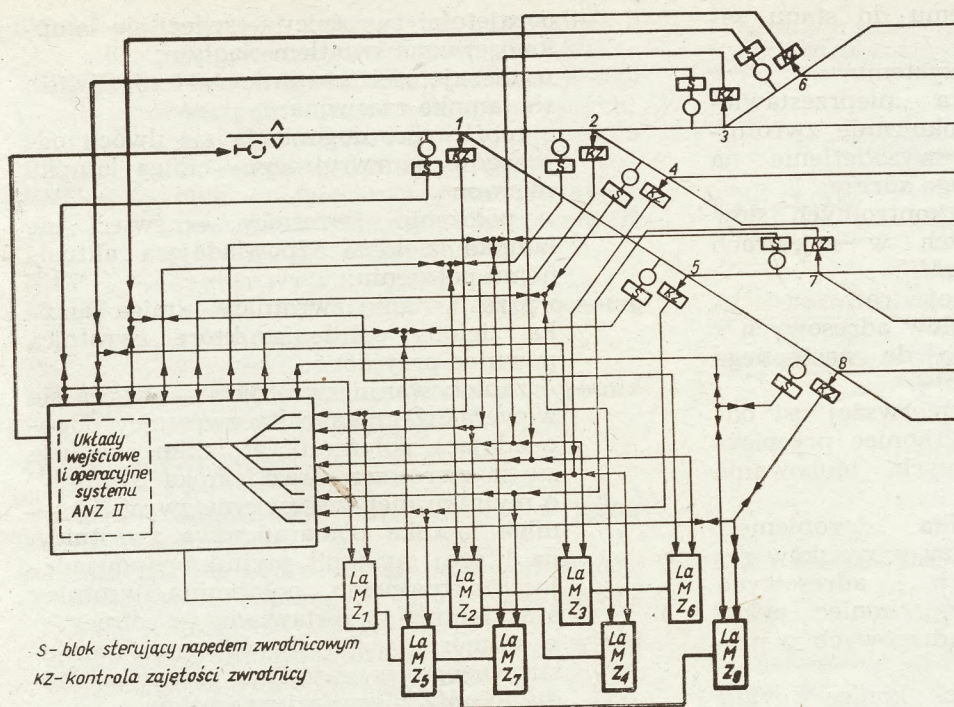
Elektroniczny system automatycznego nastawiania zwrotnic na górze rozrządowej ANZ II został opracowany i wykonany w Instytucie Transportu PW w ramach prac naukowo-badawczych, wykonywanych na zlecenie Komitetu Transportu PAN. Podobnie jak system ANZ I, opisany w numerze 9/80 czasopisma „Automatyka Kolejowa”, jest on elektronicznym systemem specjalizowanym. System ANZ II został opracowany i wykonany w oparciu o wyniki badań systemu ANZ I przeprowadzanych pod kątem możliwości wykorzystania urządzeń tego typu na PKP.

Założenia i struktura systemu ANZ II

Elektroniczny system ANZ II ma strukturę modułową o połączeniach geograficznych (rys.

1) i został opracowany przy następujących założeniach:

- 1) system ANZ II będzie stanowić zamkniętą całość;
- 2) każda zwrotnica będzie współpracować z jednym Logicznym Adresowym Modułem Zwrotnicowym i LaMZ,
- 3) każdy moduł LaMZ będzie współpracować z:
 - układem kontroli zajętości zwrotnicy KZ,
 - blokiem sterującym zwrotnicy S,
 - pulpitem,
 - sąsiednimi modułami LaMZ;
 moduł LaMZ pierwszej zwrotnicy będzie współpracować z układami wprowadzania informacji o adresach odpręgów;

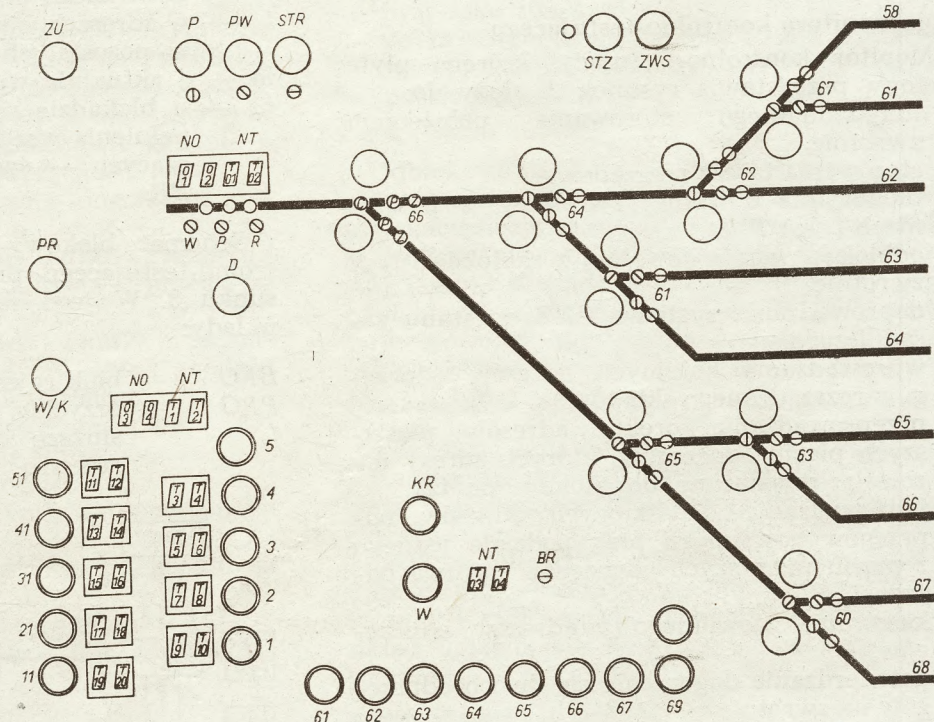


Rys. 1. Struktura modułowego systemu ANZ II

4) informacje o rozrządzanych odpręgach będą wprowadzane tylko ręcznie z pulpitu; obecnie do systemu można wprowadzić jednorazowo maks. 12 adresów odpręgów. W wersji docelowej wprowadzony zostanie blok pamięciowy o pojemności $n \times 15$ adresów. Liczba n powinna być tak określona, aby możliwe było wprowadzenie adresów wszystkich odpręgów najdłuższego składu na danej stacji, przed rozpoczęciem rozrządzania;

5) system zostanie wyposażony w Blok Rejestrów Operacyjnych BRO, który umożliwi przeprowadzanie następujących operacji:

- wpisywanie dowolnych adresów na dowolną pozycję w BRO,
- kasowanie dowolnego adresu zapisanego w BRO,
- wpisywanie jednego adresu pomiędzy dwa kolejne adresy zapisane w BRO;



Rys. 2. Płyta czołowa monitora kontrolno-testującego

w liczbie odpowiadającej liczbie zwrotnic w strefach podziałowych górki rozrządowej. Na obecnym etapie prac rolę pulpitu pełni urządzenie zwane monitorem testująco-kontrolnym. Podstawowe układy systemu ANZ II są układami synchronicznymi, wykorzystującymi 16 impulsów zegarowych jednego cyklu.

Zestawienie funkcji kontrolnych i sterujących realizowanych w poszczególnych chwilach czasowych kolejnych cykli pracy systemu

1' — początek cyklu kasowania rejestrów i

- 6) podstawowe układy elektroniczne będą układami synchronicznymi;
- 7) układy zostaną wykonane w technice TTL z wykorzystaniem mechaniki CAMAC;
- 8) na obecnym etapie prac system zostanie przystosowany do współpracy z urządzeniami zewnętrznymi stacji Ostrółęka.

Opis systemu ANZ II

System ANZ II składa się z pulpitu oraz modułów LaMZ

- doprowadzania systemu do stanu zasadniczego,
- 2' — kasowanie rejestrów systemu,
- 3' — stwierdzanie mylnika „nieprzestawienie zwrotnicy”, odblokowanie zwrotnicy, dekodowanie i wyświetlenie na wskaźniku wybieranego adresu,
- 4' — operacje na bitach kontrolnych słów adresowych zapisanych w rejestrach głównych modułów LaMZ,
- 5' — kontrola niezajętości rejestrów,
- 6' ÷ 13' — przepisywanie słów adresowych z rejestru poprzedniego do następnego lub z modułu do modułu,
- 14' — stwierdzanie zjazdu pierwszej osi odprzęgu ze zwrotnicy, koniec przepisywania słów adresowych, blokowanie wejść rejestrów,
- 15' — potwierdzanie mylnika „dogonienie”, ustawianie powtarzaczy przycisków rejestrów operacyjnych i adresowych w pozycję zasadniczą, koniec cyklu przepisywania słów adresowych z modułu do modułu,
- 16' — blokowanie zwrotnic, koniec cyklu ustawiania systemu w położenie zasadnicze.

Opis monitora kontrolno-testującego

Monitor kontrolno-testujący, którego płytę czołową przedstawia rysunek 2, służy do:

- indywidualnego sterowania położeniem zwrotnic,
- sterowania tarczą rozrządową,
- blokowania dowolnej zwrotnicy w położeniach L lub P,
- odblokowywania dowolnej z zablokowanych zwrotnic,
- doprowadzania systemu ANZ do stanu zasadniczego,
- wprowadzania kolejnych adresów odpręgów rozrządzanego składu,
- przeprowadzania korekty adresów pierwszych pięciu odpręgów, których adresy nie zostały przekazane do bloków LaMZ,
- wprowadzania dodatkowych adresów odpręgów powstałych przy podziale jednego z pięciu pierwszych odpręgów na dwa odpręgi,
- kasowania dowolnego z adresów odpręgów,
- potwierdzania dogonienia się dwóch odpręgów na zwrotnicy,
- przesyłania kolejnych adresów do modułu LaMZ pierwszej zwrotnicy.

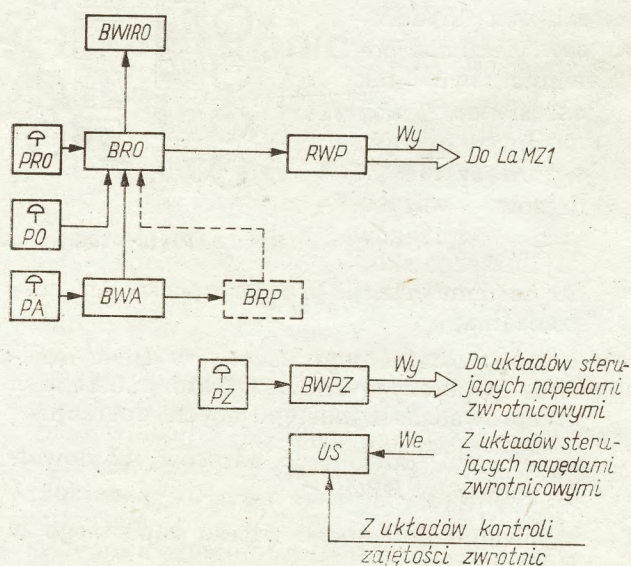
Na pulpicie wyświetlane są następujące informacje:

- a — o położeniu tarczy rozrządowej; „pchanie zabronione” — świeci się lampka czerwona STR, „pchać powoli” — świeci się lampka pomarańczowa PW, „pchać z umiarkowaną prędkością” — świeci się lampka zielona P;
- b — o zajętości rejestrów wejściowego pośredniego i głównego modułu LaMZ pierwszej zwrotnicy — świecą się lampki W, P, R;

- c — o zajętości zwrotnicy — świeci się lampka czerwona światłem ciągłym;
- d — o niezajętości zwrotnicy — nie świeci się lampka czerwona;
- e — o możliwości dogonienia się dwóch odpręgów na zwrotnicy — miga lampka czerwona;
- f — o położeniu zwrotnicy — świeci się lampka zielona odpowiadająca aktualnemu położeniu;
- g — o przestawianiu zwrotnicy — miga lampka zielona położenia, które zwrotnica powinna przyjąć;
- h — o zablokowaniu zwrotnicy — świecą się wówczas: lampka żółta zwrotnicy odpowiadająca położeniu, w jakim znajduje się ta zwrotnica, oraz lampka STZ;
- i — o mylniku nieprzestawienia zwrotnicy — miga lampka pomarańczowa zwrotnicy, na której wystąpił mylnik, odpowiadająca aktualnemu położeniu zwrotnicy oraz lampka przestawiania zwrotnicy;
- j — o numerze i adresie odprzęgu zarejestrowanego w rejestrze głównym modułu LaMZ pierwszej zwrotnicy;
- k — o numerze i adresie odprzęgu zarejestrowanego w rejestrze R5 bloku BRO;
- l — o adresach odpręgów zarejestrowanych w pozostałych rejestrach bloku BRO;
- m — o aktualnie wprowadzanym adresie;
- n — o blokadzie rejestrów w momencie zapelnienia wszystkich rejestrów pośredniczących — świeci się czerwona lampka BR.

Schemat blokowy układów monitora kontrolno-testującego przedstawiony jest na rysunku 3. W jego skład wchodzi następujące układy:

- BRO — blok rejestrów operacyjnych,
- PRO — przyciski rejestrów operacyjnych służące do wybrania określonego rejestru,



Rys. 3. Schemat blokowy monitora kontrolno-testującego

- PO — przyciski operacyjne kasowania i wprowadzania adresów do BRO,
 BWIRO — blok wyświetlania informacji zawartych w rejestrach operacyjnych,
 PA — przyciski adresowe,
 PWA — blok wprowadzania adresów,
 BRP — blok pamięciowy umożliwiający powiększanie liczby rejestrowanych adresów (przewidywany),
 RWP — rejestr wyjściowy,
 BWPZ — blok współpracy z przyciskami zwrotnicowymi,
 PZ — przyciski zwrotnicowe,
 US — układy sygnalizacji stanu zwrotnic i pracy modułów LaMZ.

Opis modułu LaMZ

Każdy moduł LaMZ jest związany z jedną zwrotnicą i służy do:

- odbierania z poprzedniego bloku informacji o adresach odpręgów, które przejeżdżać mają po danej zwrotnicy,
- przechowywania informacji o adresach trzech kolejnych odpręgów,
- przesyłania — do bloku sterującego napędem zwrotnicowego — informacji o żądanym położeniu zwrotnicy,
- wykrywania i sygnalizowania mylników wynikających z nieprzestawienia zwrotnicy oraz do przetwarzania informacji o adresach odpręgów jadących z niewłaściwym adresem, tak aby pojechały one zgodnie z adresem poprzedniego odpręgu,
- sygnalizowania możliwości dogonienia się odpręgów,
- wysyłania do modułu LaMZ następnej zwrotnicy informacji o adresie odpręgu po zjechaniu ze zwrotnicy jego pierwszej osi.

Schemat blokowy modułu LaMZ przedstawiony jest na rysunku 4. W skład modułu LaMZ wchodzi następujące układy:

- WRA — wejściowy rejestr adresowy,
 PRA — pośredni rejestr adresowy,
 RA — główny rejestr adresowy,
 SPAWP — sterujący przepisywaniem adresu z WRA do PRA,
 SPAPR — sterujący przepisywaniem adresu z PRA do RA,
 SPR — sterujący pracą rejestru RA,
 BSZ — blokowania sterowania zwrotnicy.

Działanie systemu ANZ II

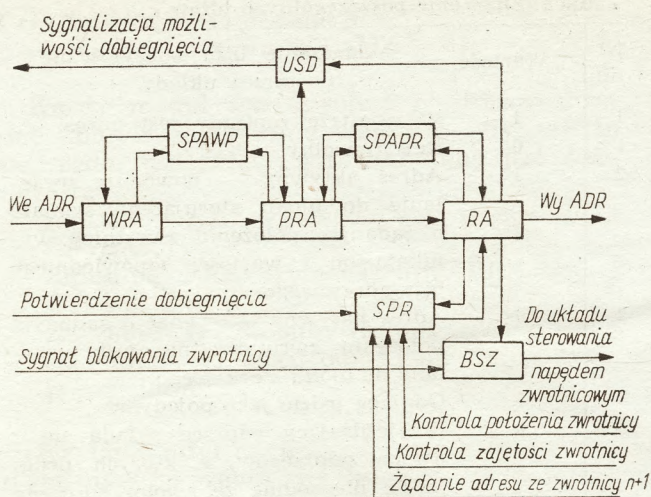
Działanie monitora kontrolno-sterującego

Sterowanie indywidualne zwrotnicami

System ANZ II umożliwia indywidualne sterowanie położeniem zwrotnic za pomocą przycisków zwrotnicowych L, P. Przyciśnięcie dowolnego przycisku powoduje wysyłanie sygnału przestawienia zwrotnicy w żądane położenie do układu sterującego zwrotnicy.

Sterowanie tarczą rozrządową

Sterowanie tarczą rozrządową polega na naciśnięciu odpowiedniego przycisku P, PW, STR. Stan tarczy jest sygnalizowany świeceniem się odpowiedniej lampki.



Rys. 4. Schemat blokowy modułu LaMZ

Blokowanie zwrotnicy

Blokowanie zwrotnicy w określonym położeniu odbywa się w sposób następujący:

- ustawienie zwrotnicy w żądane położenie,
- naciśnięcie przycisku STZ przy naciśniętym przycisku zwrotnicowym,
- po zaświeceniu się lampki STZ i pomarańczowej lampki blokady zwrotnicy należy puścić przyciski.

Odblokowanie zwrotnicy

Odblokowanie zwrotnicy zablokowanej polega na naciśnięciu przycisku ZWS i jednoczesnym naciśnięciu dowolnego z przycisków odblokowywanej zwrotnicy. Zgaśnięcie pomarańczowej lampki blokady zwrotnicy świadczy o jej odblokowaniu. Zgaśnięcie lampki STZ następuje wówczas, gdy żadna zwrotnica nie jest zablokowana.

Doprowadzanie systemu do stanu zasadniczego

Doprowadzenie systemu do stanu zasadniczego następuje po naciśnięciu przycisku ZU. Zostają wówczas skasowane wszystkie informacje zapisane w rejestrach pulpitu i modułów LaMZ, a elementy pamięci stanów pulpitu oraz modułów zostają ustawione w pozycji zerowej. Każdy zanik napięcia powoduje, że układ ustawia się samoczynnie w pozycji zasadniczej.

Wprowadzanie kolejnych adresów odpręgów

Słowa adresowe odpręgów składają się z ośmiu bitów, z których: 1 jest bitem kontrolnym słowa adresowego, 2 jest bitem kontrolnym przestawiania zwrotnicy, 3 jest bitem kontrolnym dogonienia, a 4 ÷ 8 są bitami adresowymi.

Jeżeli bit pierwszy = Φ , to informacja zapisana w rejestrze nie jest traktowana jako adres, a układ odczytuje, że rejestr jest wolny.

Jeżeli bit pierwszy równy jest 1, to informacja zapisana w rejestrach traktowana jest jako adres.

Jeżeli bit drugi = 1, to w rejestrach RA modułów LaMZ adres w nich zapisany jest

Tabela. Znaczenie poszczególnych bitów

Nr bitu	Wartość	Znaczenie bitu odczytywane przez układy
1	1	W rejestrze zapisany jest adres.
1	0	Rejestr wolny.
2	1	Adres aktywny — powoduje wysyłanie do bloku sterującego sygnału o żądanym położeniu zwrotnicy wynikającym z wartości odpowiedniego bitu adresowego.
2	0	Adres pasywny — sygnał o żądanym położeniu zwrotnicy nie jest wysyłany do bloku sterującego.
3	1	Odpręg jedzie jako pojedynczy.
3	0	Przejeżdżający odpręg składa się z dwóch odpręgów, z których drugi jedzie niezgodnie ze swoim adresem. Sytuacja ta powstała w skutek dogonienia się odpręgów na jednej z poprzednich lub na danej zwrotnicy, bit jest tylko bitem sygnalizacyjnym.
4	0	Zwrotnica I strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie L.
5	0	Zwrotnica II strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie L.
6	0	Zwrotnica III strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg, powinna przyjąć położenie L.
7	0	Zwrotnica IV strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg, powinna przyjąć położenie L.
8	0	Zwrotnica V strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg, powinna przyjąć położenie L.
4	1	Zwrotnica I strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie P.
5	1	Zwrotnica II strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie P.
6	1	Zwrotnica III strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie P.
7	1	Zwrotnica IV strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie P.
8	1	Zwrotnica V strefy podziałowej, po której przejeżdża odpręg powinna przyjąć położenie P.

adresem aktywnym, co powoduje wysyłanie sygnału przestawienia zwrotnicy w pozycję wynikającą z wartości odpowiedniego bitu adresowego.

Jeżeli bit drugi = ϕ , to układ odczyta adres jako pasywny i nie wyśle sygnału do bloku sterującego napędem zwrotnicowym.

Bit trzeci = 1 świadczy o tym, że odpręg jedzie jako samodzielny. Bit trzeci = ϕ sygnalizuje, że odpręg składa się z dwóch odpręgów, czyli nastąpiło dogonienie się odpręgów na jednej z poprzednich zwrotnic lub na danej zwrotnicy. Bit ten jest tylko bitem sygnalizacyjnym.

Wprowadzenie kolejnych adresów odpręgów odbywa się w następujący sposób: naciśnięcie i puszczenie przycisku adresowego (58, 61—68) co powoduje zapamiętanie tego adresu i wyświetlenie go na wskaźniku NT. Jeżeli został wybrany adres niewłaściwy, należy nacisnąć przycisk odpowiadający prawidłowemu adresowi i po skontrolowaniu go na wskaźniku NT potwierdzić to, przyciskając przycisk W. Następuje wówczas wprowadzenie adresu do układu. Jeżeli jest to pierwszy adres, to zostanie on wyświetlony na wskaźniku NT rejestru 5 wraz z numerem 01 (numer odpręgu) na wskaźniku NO tego rejestru. Wprowadzanie kolejnych adresów odbywa się w sposób identyczny. Adresy przesyłane są kolejno i wyświetlane na wskaźnikach R4 — dla drugiego odpręgu, R3 — dla trzeciego i tak dalej. Adresy odpręgu szóstego i dalszych nie są wyświetlane dopóki nie zostaną przesunięte na jedną z pierwszych pięciu pozycji. Przy wprowadzaniu następnego adresu zapalenie wszystkich rejestrów pulpitu jest sygnalizowane zaświeceniem się czerwonej lampki BR. Adres ten nie zostaje wprowadzony. Sygnalizuje to wyświetlanie tego adresu na wskaźniku NT.

Przeprowadzanie korekty adresów

Przeprowadzanie korekty adresu jest możliwe po uprzednim zwolnieniu przycisku W/K. Korekta jednego z pięciu adresów zapisanych w rejestrach R1—R5 następuje po naciśnięciu przycisku adresowego, odpowiadającego nowemu adresowi oraz przycisku rejestru, w którym ma nastąpić zmiana. Przyciski można naciskać w dowolnej kolejności.

Wprowadzanie dodatkowych adresów

Wprowadzanie dodatkowych adresów odbywa się podobnie jak korekta stanu rejestrów R1—R5. Adresy te są zapisywane w rejestrze R11—R51. Naciśnięcie przycisku adresowego i przycisku wybranego rejestru powoduje zapisanie adresu w tym rejestrze. Przesyłanie adresów zapisanych w dodatkowych rejestrach odbywa się w następujący sposób:

- adres z rejestru 51 jest wpisywany do R5,
- adres z R4 jest wpisywany do R5, gdy $R51 = \phi$,
- adres z R41 jest wpisywany do R4,
- adres z R3 jest wpisywany do R4, gdy $R41 = \phi$,
- adres R31 jest wpisywany do R3,
- adres R2 jest wpisywany do R3, gdy $R31 = \phi$,
- adres R21 jest wpisywany do R2,
- adres R1 jest wpisywany do R2, gdy $R21 = \phi$,
- adres R11 jest wpisywany do R1,
- adres z rejestru buforowego bloku R0 jest wpisywany do R1 dopiero wówczas, gdy $R11 = \phi$.

Tak więc wprowadzenie adresu do R51 jest równoznaczne z podziałem odpręgu zarejestrowanego w R5 na dwa lub z wstawieniem nowego odpręgu pomiędzy adresy zarejestrowane w R5 i R4.

Kasowanie dowolnego z adresów

Kasowanie adresu jest możliwe wówczas, gdy jest on zapisany w jednym z rejestrów $R1 \div R5$ (ewentualnie, w którymś z rejestrów $R11 \div R51$). Naciśnięcie przycisku rejestru oraz przycisku KR powoduje wyzerowanie tego rejestru. Po puszczeniu przycisków nastąpi zapewnienie tego rejestru adresem następnego odprzęgu, a w pozostałych rejestrach — przesunięcie adresów o jeden do przodu.

Potwierdzenia dogonienia się dwóch odpręgów

Po zasygnalizowaniu możliwości dogonienia się dwóch odpręgów na zwrotnicy, co objawia się miganiem czerwonej lampki tej zwrotnicy, operator obsługujący pulpit powinien obserwować tory i stwierdzić, czy taka możliwość zachodzi. Po stwierdzeniu tego faktu, naciśnięcie przycisku D oraz dowolnego przycisku tej zwrotnicy powoduje przesłanie sygnału „potwierdzenie dobiegnięcia” do modułu $LaMZ$ tej zwrotnicy.

Przesyłanie adresów do modułu $LaMZ$ pierwszej zwrotnicy

Przesyłanie adresów jest możliwe dopiero po naciśnięciu przycisku PR (początek rozrządu). Wówczas adres zarejestrowany w $R5$ może zostać przesłany do $LaMZ1$. Nastąpi to wtedy, gdy z $LaMZ1$ zostanie przesłany sygnał żądania adresu, tzn. niezajętości rejestru RA modułu $LaMZ1$.

Działanie modułu $LaMZ$

Odbieranie informacji o adresach odpręgów z poprzedniego bloku

Moduł $LaMZ1$ odbiera adres z rejestru $R5$ pulpitu. Pozostałe moduły odbierają adresy z rejestrów RA poprzednich modułów. Adres z pulpitu odbierany jest wówczas, gdy:

- jest zarejestrowany adres w $R5$ pulpitu,
- jest wolny RA modułu $LaMZ1$,
- został naciśnięty przycisk PR przed rozpoczęciem rozrządu.

Do odebrania następnych adresów wystarczają fakty niezajętości RA i zapisania adresu w $R5$. Moduły $LaMZ$ następnych zwrotnic odbierają adres z poprzednich modułów wówczas, gdy:

- jest zapisany RA poprzedniego $LaMZ$,
- jest wolny WRA danego modułu,
- ze zwrotnicy odpowiadającej poprzedniemu $LaMZ$ zjechała przynajmniej jedna oś; w obecnej wersji systemu $ANZ II$ jest to kontrolowane działaniem czujników jazdowych.

W wersji przystosowanej do współpracy z przełącznikami torowymi wysłanie adresu będzie następowało po zadziałaniu przełącznika $JZ II$. Adres zostanie odebrany, gdy: będzie on zapisany w rejestrze RA poprzedniego modułu, wolny będzie rejestr WRA modułu danego i odpręg zajmie drugi odcinek izolowany poprzedniej zwrotnicy.

Przechowywanie informacji o adresach odpręgów w $LaMZ$

Każdy moduł ma 3 rejestry adresowe. Są one kolejno zapisywane wówczas, gdy rejestr poprzedni jest zajęty, a rejestr dany jest wolny. I tak:

- zapisanie RA wymaga, aby $RA = \emptyset$ i $RP \neq \emptyset$,
- zapisanie PRA wymaga, aby $PRA = \emptyset$ i $WRA \neq \emptyset$,
- zapisanie WRA odbywa się, gdy zostaną spełnione warunki omówione w punkcie poprzednim.

Przesyłanie informacji o żądanym położeniu zwrotnicy

Moduł $LaMZ$ przesyła do bloku sterującego informacje o żądanym położeniu zwrotnicy wówczas, gdy zwrotnica ta nie jest zablokowana. Sygnał o żądanym położeniu może być dekodowany z adresu odpręgu zapisanego w rejestrze RA lub pochodzi bezpośrednio z pulpitu. Sygnał z pulpitu — niezależnie od tego czy trwa rozrząd, czy nie — ma priorytet nad sygnałem pochodzącym od adresu zapisanego w RA .

Wykrywanie mylnika „nieprzestawienie zwrotnicy”

Wtedy, gdy zwrotnica zajmuje położenie niezgodne z położeniem żądanym — wynikającym z adresu zapisanego w RA w momencie zajęcia jej przez odpręg — następuje wpisanie na pozycji drugiej słowa adresowego bitu $= \emptyset$, czyli nadanie adresowi cechy pasywności. Spowoduje to, że następne zwrotnice nie będą automatycznie przestawiane zgodnie z adresem. Nadanie adresowi cechy pasywności powoduje, że na pulpicie miga żółta lampka sygnalizująca mylnik nieprzestawienia zwrotnicy.

Sygnalizowanie możliwości dogonienia się dwóch odpręgów

Wtedy, gdy w module $LaMZ$ są zapisane adresy przynajmniej dwóch odpręgów istnieje możliwość ich dogonienia się. Świadczy to o tym, że jeden z nich nie opuścił jeszcze zwrotnicy współpracującej z tym modulem, a z poprzedniej zjeżdża odpręg następny. Dogonienie się tych odpręgów po tej zwrotnicy może być niebezpieczne, gdy tą zwrotnicą będą przejeżdżać odpręgi w różnych kierunkach. Dlatego też możliwość dogonienia się odpręgów jest sygnalizowana miganiem czerwonej lampki kontroli zajętości zwrotnicy wówczas, gdy:

- zajęte są przynajmniej rejestry PRA i RA modułu $LaMZ$,
- adresy odpręgów zarejestrowane w PRA i RA różnią się na pozycji odpowiadającej strefie podziałowej, w której znajduje się zwrotnica współpracująca z tym modulem,
- zwrotnica ta jest zajęta.

Potwierdzenie dogonienia się odpręgów — realizowane przez operatora pulpitu — powoduje, że dla stanu, jak powyżej, następuje skasowanie adresu zapisanego w PRA, a adresowi zapisanemu w RA zostaje nadana cecha „dogonienie”, co jest równoznaczne z nadaniem bitowi trzeciemu słowa adresowego wartości $= \emptyset$. Od tej pory odpręgi te będą traktowane przez układ jako jeden.

Wysyłanie do następnego modułu LaMZ informacji o adresie odpręgu

Informacja o adresie odpręgu, zapisana w rejestrze RA może być wysłana do następnego bloku LaMZ tylko wówczas, gdy:

- w rejestrze RA modułu LaMZ jest zapisany adres,
- ze zwrotnicy współpracującej z tym modulem zjechała przynajmniej jedna oś odpręgu,

dr JÓZEF PERENC

Politechnika Szczecińska

— ze zwrotnicy następnej — leżącej zgodnie z kierunkiem jazdy zjeżdżającego odpręgu — jest przesyłany sygnał „żądanie adresu”.

Wysłanie adresu do następnej zwrotnicy powoduje zablokowanie wejścia rejestru RA. Odblokowanie następuje po zjechaniu odpręgu ze zwrotnicy.

Obecnie system ANZ II jest poddawany wszechstronnym badaniom w laboratoriach Instytutu Transportu PW. Po ich zakończeniu zostanie przygotowany do przeprowadzenia wstępnych badań terenowych, które będą wykonywane na stacji Ostrołęka. W ramach tych badań zostaną przeprowadzone próby współpracy systemu ANZ II z odcinkami zwrotnicowymi i układami licznikowej kontroli za-
jętości zwrotnic, tzw. LKZ.

Wybrane problemy projektowania podsystemu zaplecza technicznego kolei

Wprowadzenie

Służba wagonów zajmuje się zapewnieniem dobrego stanu technicznego wagonów. Uzyskuje się go w podsystemie (systemie) zaplecza technicznego kolei. Zaplecze to tworzą punkty rewizji technicznej wagonów, wagonownie oraz zakłady naprawcze taboru kolejowego.

Tworząc koncepcję dotyczącą zastosowania informatyki w zapleczu obsługowo-naprawczym taboru kolejowego, należy zbudować model podsystemu zaplecza technicznego kolei. Celem budowy tego modelu jest odwzorowanie metod, sposobów i środków przekazywania oraz przetwarzanie informacji o zjawiskach i procesach zaplecza technicznego taboru zapewniających sprawną eksploatację taboru.

Model podsystemu zaplecza technicznego kolei

Budowa modelu podsystemu zaplecza powinna być oparta na następujących założeniach:

- podsystem zaplecza jest częścią systemu zarządzania transportem kolejowym,
- model podsystemu obejmuje wszystkie jednostki organizacyjne zaplecza technicznego,
- model podsystemu zaplecza powinien być powiązany z systemem zarządzania koleją oraz ze spójnym i jednolitym zespołem kryteriów optymalności funkcjonowania podsystemu użytkowania wagonów,
- podsystem zaplecza technicznego odwzorowuje w swojej strukturze informacyjnej i funkcjonalnej wszystkie fazy użytkowania taboru (od fazy zakupu nowego taboru do fazy kasacji).

Jeżeli w fazie eksploatacji i napraw wagonów wyróżnimy 2 podstawowe systemy — użytkowania i zaplecza technicznego, to model podsystemu zaplecza technicznego taboru powinien uwzględnić w swojej strukturze specyfikę tych systemów.

Rozpatrując podstawowe procesy zaplecza technicznego kolei należy podkreślić znaczenie takich elementów, jak:

- kontrola stanu technicznego wagonów,
- utrzymanie wyposażenia technicznego wagonowni i zakładów naprawczych,
- zaopatrzenie materiałowo-techniczne,
- system napraw bieżących, okresowych i głównych,
- siła robocza.

Właściwe współdziałanie tych elementów w procesie kontroli, przeglądów i napraw pozwala na realizację zadań tego zaplecza. Schemat powiązań zaplecza obsługowo-naprawczego i służb eksploatacyjnych kolei przedstawia rysunek 1.

W modelu podsystemu zaplecza technicznego kolei można wyodrębnić następujące moduły funkcjonalne:

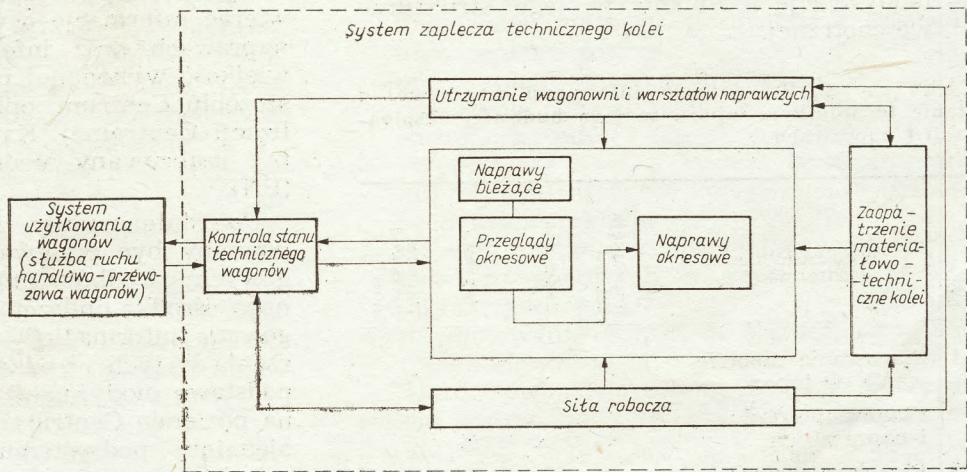
- kontrolę stanu technicznego (KST),
 - planowanie napraw (PN),
 - naprawy bieżące i okresowe (NBO),
 - naprawy główne (NG),
 - utrzymanie stanowisk obsługowo-naprawczych (US),
 - kadry (K),
 - zaopatrzenie materiałowo-techniczne (ZMT).
- Moduły te są realizowane przez takie obiekty służby wagonów, jak: punkty rewizji technicznej, wagonownie i zakłady naprawcze. Powią-

Tablica 1. Powiązanie obiektów i modułów funkcjonalnych podsystemu zaplecza technicznego kolei

Obiekty	Moduły funkcjonalne podsystemu						
	KST	PN	NBO	NG	US	K	ZMT
Punkty rewizji technicznej wagonów	×	—	—	—	×	×	×
Wagonownie	×	×	×	—	×	×	×
ZNTK	×	×	×	×	×	×	×

źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat powiązań zaplecza obsługowo-naprawczego taboru kolejowego i służb eksploatacyjnych



zanie obiektów i modułów funkcjonalnych w podsystemie zaplecza technicznego kolei przedstawia tablica 1.

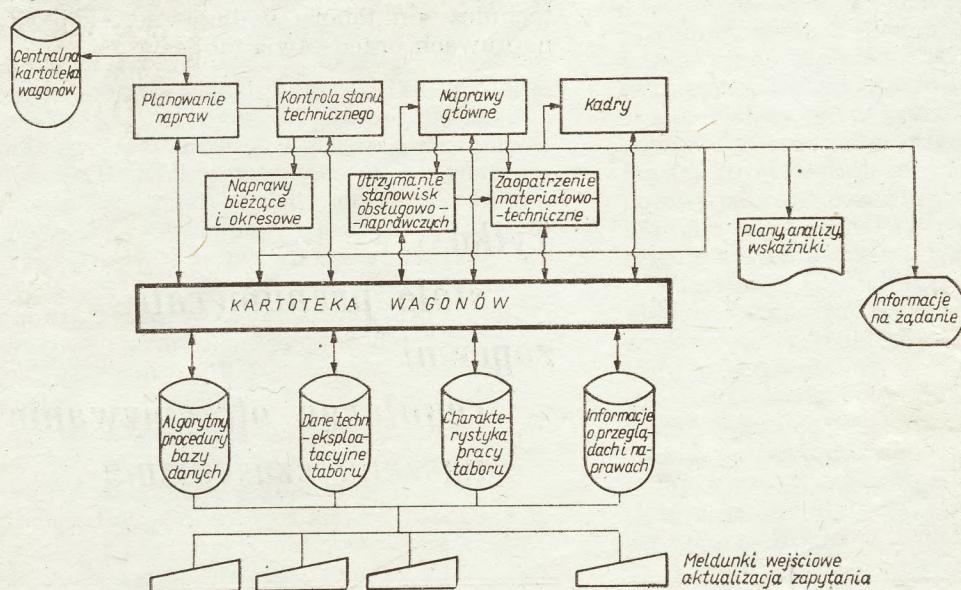
Analiza powiązań informacyjnych obiektów zaplecza technicznego kolei (wewnętrznych i zewnętrznych) oraz ustalone środki i procedury przetwarzania informacji pozwalają stwierdzić, że podsystem zaplecza technicznego powinien umożliwić ciągłą, a także obiektywną obserwację zjawisk i procesów ekonomicznych oraz technicznych zaplecza. Informacje uzyskiwane z procesów technicznych i ekonomicznych powinny przyczynić się do oddziaływania zwrotnego (być elementem sterowania), w celu uży-

skania pożądanych zmian podsystemu zaplecza lub jego elementów. Informacje o stanie realizacji tych procesów najczęściej przybierają postać wskaźników. Do przykładowych wskaźników oceny stanu technicznego taboru oraz napraw można zaliczyć:

- czas wyłączenia wagonu z ruchu (do chwili ponownego włączenia),
- czas efektywny wykonania naprawy,
- czas bezawaryjnej pracy wagonu towarowego,
- współczynnik bezawaryjnej pracy obiektu (wagonu, układu, zespołu, części — jako stosunek różnicy liczby zdalnych do eksplo-

atacji obiektów i obiektów uszkodzonych do liczby obiektów zdalnych do eksploatacji),

- współczynnik uszkodzeń obiektu w przedziale czasu t (jako stosunek liczby obiektów uszkodzonych do liczby obiektów sprawnych),
- współczynnik intensywności uszkodzeń (jako stosunek liczby obiektów, które w danym przedziale czasu t uległy uszkodzeniu do liczby obiektów, które osiągnęły wiek t),
- średni koszt naprawy,
- sumę kosztów zużytych materiałów i części zamiennych,



Rys. 2. Projekt struktury funkcjonalnej podsystemu zaplecza technicznego kolei

- pracochłonność wykonanych napraw (w roboczo-godzinach).

Zakres, funkcje i zadania podsystemu zaplecza technicznego

Podsystem zaplecza technicznego kolei powinien umożliwiać:

- automatyzację kierowania procesami obsługi i naprawy wagonów,
- współpracę podsystemu zaplecza z systemem zarządzania koleją,
- gromadzenie wszystkich niezbędnych informacji technicznych o każdym wagonie,
- modyfikację i zmiany w jego strukturze wewnętrznej.

Tablica 2. Przydatność informacji wynikowej o stanie technicznym taboru w jego budowie, eksploatacji i naprawach

Lp.	Wyszczególnienie informacji	Produkcja taboru	Eksploatacja	Naprawy	Badania niezawodności
1	Planowanie zapotrzebowania na tabor		×		
2	Planowanie obsługi i napraw	×	×	×	
3	Planowanie zaopatrzenia materiałowo-technicznego	×	×	×	×
4	Bilans taboru sprawnego technicznie		×		
5	Bilans taboru niesprawnego	×	×	×	
6	Wskaźniki oceny stanu technicznego taboru	×	×	×	×
7	Wskaźniki pracy taboru		×		
8	Analiza uszkodzeń taboru		×	×	×
9	Analiza zaopatrzenia materiałowo-technicznego obsługi i napraw	×	×	×	×
10	Ocena stanu technicznego taboru	×		×	×
11	Analiza wad konstrukcyjnych				
12	Analiza obsługi i napraw (pracochłonność, koszty itp.)	×		×	
13	Ocena niezawodności taboru	×		×	×
14	Analiza zapotrzebowania na siłę roboczą	×	×	×	×
15	Ocena oprzyrządowania stanowisk obsługowo-naprawczych		×	×	×
16	Analiza pracy posterunków rewizji technicznej wagonów		×		

Struktura przestrzenna obiektów zaplecza technicznego pozwala zaliczyć ten podsystem do klasy systemów rozproszonych. Obiekty zaplecza powinny być połączone siecią transmisji danych, z ośrodkami przetwarzania danych oraz z Centrum Kierowania Transportem Kolejowym. W przewidywanej kolejności projektowania i wdrażania podsystemu należy mieć na uwadze głównie wsadowy tryb pracy podsystemu.

Realizacja struktury informacyjnej podsystemu wymaga, aby na szczelbu Centrum była założona i stale aktualizowana „Centralna Kartoteka Wagonów”. Kartoteka ta, oprócz informacji techniczno-eksploatacyjnych, powinna zawierać informacje o wykonanych przeglądach, naprawach oraz informacje charakteryzujące wielkość wykonanej pracy eksploatacyjnej. Na szczelbu Centrum, oprócz utrzymania i aktualizacji Centralnej Kartoteki Wagonów, może być realizowany moduł „Planowanie napraw” (PN).

Pozostałe moduły (NBO, NG, US, K, ZMT) powinny być przetwarzane na szczelbu określonych ośrodków informatyki lub wyznaczonego ośrodka obliczeniowego ZNTK, a zaseregrowane informacje — z okresowego przetwarzania w tych ośrodkach — powinny stanowić podstawę modyfikacji zbiorów utrzymywanych na poziomie Centrum. Projekt struktury funkcjonalnej podsystemu zaplecza technicznego przedstawia rysunek 2. Decentralizacja ujęcia danych oraz (częściowo) ich przetwarzania pozwoli na skrócenie odległości i czasu przesyłania informacji źródłowych, a ponadto wpłynie na jej większą wiarygodność oraz umożliwi podstawowym węzłom decyzyjnym zaplecza technicznego uzyskanie, w miarę szybko, informacji o stanie technicznym taboru i jego strukturze.

Informacja wynikowa z procesu przetwarzania pozwoli wykonać okresowe analizy stanu technicznego taboru, wykorzystać je w procesie badań konstrukcyjnych, w fazie budowy, eksploatacji i napraw.

Przydatność informacji wynikowej o stanie technicznym taboru w budowie, eksploatacji i naprawach przedstawia tablica 2.

Tylko
stała prenumerata
zapewni
regularne otrzymywanie
naszego czasopisma

Kierunek – zintegrowany system automatycznego sterowania transportem kolejowym

Automatyzacja sterowania ruchem kolejowym znajduje się w centrum zainteresowania wszystkich zarządów kolejowych. Nie są również wyjątkiem PKP borykające się z przekraczającymi jego możliwości techniczno-organizacyjne ogromnymi przewozami, realizowanymi ponadto za pomocą urządzeń i środków technicznych częstokroć przestrzałych i będących do dyspozycji w niedostatecznej liczbie.

Napotykać wielkie trudności dnia codziennego próbuje się szukać doraźnych rozwiązań drogą „automatyzacji”. Sprowadza się to jednak — bo inaczej być nie może — do lokalnego zastosowania urządzeń sterowania, zabezpieczenia ruchu kolejowego lub łączności. Dobrze jeśli są to urządzenia wchodzące w skład typowej infrastruktury kolejowej w dziedzinie zrkł, gorzej — jeśli ulegając ogólnym hasłom mody — forsuje się nietypową elektronikę lub — co jeszcze gorsze — elektroniczne maszyny cyfrowe (EMC), z reguły o niedopuszczalnie niskiej niezawodności działania. Te ostatnie rozwiązania skazane są na niepowodzenie również ze względu na brak fachowego personelu obsługi i utrzymania. Należy tu podkreślić, że budowane obecnie na PKP typowe urządzenia zrkł przystosowane są do przyszłościowego włączenia ich do pracy w kolejnych fazach przyszłościowego wdrażania lokalnych i zintegrowanych systemów automatyzacji sterowania ruchem.

Czy zatem, wobec niedostatecznie rozwiniętej infrastruktury technicznej oraz nieodpowiedniej organizacji PKP (głównie na styku z klientami) nie należy zajmować się systemami automatycznego sterowania? Oczywiście należy, ale w sposób zorganizowany, na wybranych fragmentach sieci PKP. Należy je traktować jako „wyspy techniczne”, a przede wszystkim nie oceniać rozwiązań przez te instalacje problemów technicznych, organizacyjnych czy ekonomicznych w stosunku do sieci, czy nawet rejonów PKP. Efekty te wystąpią po rozprzestrzenieniu systemów automatyzacji. Celem tych instalacji powinno być jedynie sprawdzenie przydatności i poprawności rozwiązań systemów.

Spróbuję zatem wypunktować przynajmniej podstawowe warunki, niezbędne dla wdrożenia systemu automatyzacji sterowania transportem kolejowym:

- sprawna organizacja zarządzania, planowania i kontroli PKP ze szczególnym uwzględnieniem stosunków z klientami;
- odpowiedni poziom techniczny taboru i urządzeń trakcyjnych oraz zaplecza organizacyjnego i remontowego;

- wyposażenie sieci w lokalne urządzenia zrkł, stanowiące infrastrukturę techniczną;
- stacyjne urządzenia zrkł;
- samoczynna blokada liniowa;
- urządzenia zdalnego sterowania i kontroli urządzeniami zrkł;
- urządzenia łączności kolejowej;
- urządzenia oddziaływania na lokomotywę w ruchu oraz odbieranie od niej informacji;
- wyposażenie sieci w system kontroli przemieszczania się taboru kolejowego (wagonów i jednostek trakcyjnych);
- zmechanizowanie i zautomatyzowanie pracy górnek rozrządowych i zarządzania stacjami rozrządowymi;
- przygotowanie personelu obsługi, utrzymania i budowy.

Zainteresowani Czytelnicy zdają sobie sprawę na jakim etapie realizacji tych warunków znajduje się PKP.

Najkorzystniejszym przykładem jest tu niedostateczne nasycenie sieci, np. urządzeniami stacyjnymi, blokadą samoczynną czy aparaturą łączności, w których mamy nowoczesne rozwiązania i wyposażenie. Innych urządzeń, jak np.: zdalnego sterowania, oddziaływania na lokomotywę czy kontroli przemieszczania taboru, praktycznie na PKP nie ma.

Uwzględniając ponadto kłopoty z zakupem na naszym rynku nowoczesnego sprzętu i elementów elektronicznych, a nawet elektrotechnicznych można dopiero realnie zdać sobie sprawę z odległej perspektywy spełnienia wymienionych wyżej warunków wdrożenia zintegrowanego systemu automatyzacji na PKP.

Z przedstawionej powyżej sytuacji wynikają jednocześnie techniczne, organizacyjne i inwestycyjne działania PKP oraz zaplecza technicznego, produkcyjnego i budowlano-montażowego. Należy je w podstawowym nurcie skierować na realizację zagadnień z zakresu infrastruktury technicznej i organizacyjnej, przygotowując równocześnie — na zasadach wspomnianych wyżej „wysp technicznych” — nadrzędne systemy automatyzacji.

Ważność i aktualność omawianych tu problemów wymaga odpowiedniego rozeznania i zaplanowania działań. W dalszej części artykułu przedstawiono doświadczenia i zamierzenia Kolei Związkowych (DB) Republiki Federalnej Niemiec w zakresie zintegrowanego systemu automatycznego sterowania transportem kolejowym oraz ogólne organizacyjno-techniczne i ekonomiczne założenia systemu, jego strukturę, środki techniczne i objęte nimi sfery działania DB.

Praktyczne prace prowadzone w tym kierunku przez DB mogą stanowić przykład realizacji omawianego problemu. Wynika to również stąd, że w ramach UJC kolej RFN w omawianym zakresie automatyzacji są najdalej zaawansowane, a prace badawcze i doświadczalne prowadzi się tam już 15 lat. Rozpoczęto je w 1966 r. w Hanowerze organizując tzw. wyspę cybernetyczną. W latach 1966—1973 ustalono racjonalny zakres automatyzacji, zbadano problem współdziałania człowieka z EMC oraz ustalono charakterystyki potoków informacji przyjmowanych i przekazywanych przez system. W pewnym stopniu udało się ustalić również osiągnięte korzyści techniczno-ekonomiczne, choć lokalny charakter instalacji nie pozwolił ostatecznie wyliczyć rentowności przedsięwzięcia.

Podjęcie prac w podanym wyżej zakresie spowodowane było istnieniem na DB korzystnych warunków techniczno-organizacyjnych oraz ważnymi przesłankami ekonomicznymi.

Występujące w warunkach RFN zaostrzenie konkurencji ze strony innych rodzajów transportu skłania DB do stworzenia warunków optymalnego wykorzystania sieci kolejowej, taboru i kadr pracowniczych, które są najważniejszymi, ale równocześnie najdroższymi czynnikami.

Jednym z głównych warunków zastosowania systemów sterowania transportem kolejowym jest powszechne wdrożenie elektrycznych urządzeń zrk, jak również urządzeń zdalnego sterowania opartych na wykorzystaniu elektronicznych maszyn cyfrowych (EMC). Układ taki umożliwia skoncentrowanie sterowania dużymi kolejowymi rejonami transportowymi.

Drugą ważną dziedziną modernizacji jest zmiana struktury stosowanych środków trakcyjnych, a przede wszystkim eliminacja lokomotyw parowych przez trakcję spalinową i elektryczną. Na DB zakończono elektryfikację głównych linii kolejowych, a ich długość osiągnęła około 11 tys. kilometrów. Prowadzi się równocześnie optymalizację sieci DB, polegającą na zamykaniu linii mało obciążonych i zwiększeniu zdolności przepustowej głównych kierunków transportowych.

Zrealizowanie przedstawionego powyżej programu modernizacji stworzyło warunki dla najważniejszego zadania, którym jest opracowanie i wdrożenie zintegrowanego, automatycznego systemu sterowania transportem kolejowym. System ten znacznie ogranicza liczbę informacji, które dotychczas musiały być przygotowywane, przekazywane, przyjmowane i przetwarzane przez personel kolejowy. W czasie przejazdu jednego pociągu od stacji, na której został on sformowany do stacji, na której nastąpić ma jego rozformowanie, informacje o nim jak np.: stacja początkowa i końcowa, rodzaj ładunku, ciężar, numer lokomotywy itd. przekazywane i przetwarzane są do 20 razy przez różnych pracowników kolejowych w postaci odczytywania, zapisu i dalszego przekazania danych. Dla bezpośredniego sterowania ruchem kolejowym wykorzystuje się praktycznie tyl-

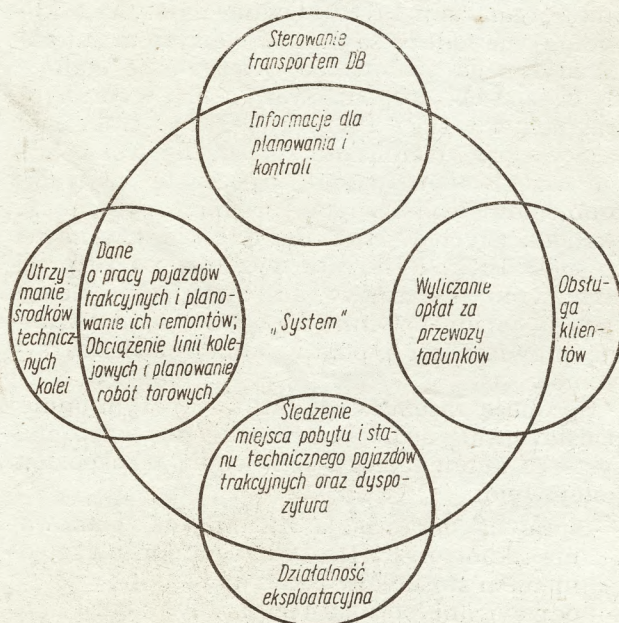
ko pewną część tych informacji. Zintegrowany system sterowania zawierać będzie wszystkie potrzebne informacje o ruchu pociągów i przemieszczaniu taboru kolejowego, zapewniając równocześnie zainteresowanym pracownikom dostęp do wybranej, niezbędnej dla nich części danych. Przewiduje się, że system będzie miał następującą konfigurację:

- główne centrum obliczeniowe (zlokalizowane we Frankfurcie n/Menem — węzle kolejowym położonym w centrum terytorium RFN);
- 9 regionalnych centrów obliczeniowych;
- 87 stacji obliczeniowych (komutatorów);
- około 400 stacji końcowych.

System obejmuje swym zasięgiem całą sieć DB, tj. ponad 28 tys. km linii i około 4000 posterunków ruchu, na których wykonuje się prace ładunkowe oraz formowanie i rozformowywanie pociągów. Na sieci kolejowej DB kursuje łącznie 310 tys. wagonów towarowych, 17 tys. wagonów osobowych i około 6 tys. lokomotyw, co stanowi razem około 340 tys. pojazdów szynowych, którymi stale należy kierować.

Właściwe opracowanie systemu rozpoczęto w 1975 roku. Przy realizacji projektu technicznego i oprogramowania maszyn cyfrowych zatrudniono 70 pracowników. Oprócz tego wielu specjalistów różnych branż zajmuje się planowaniem i projektowaniem oraz realizacją budowy urządzeń technicznych, jak np.: urządzeń zasilających, linii łączności itd. Pierwszy podetap zarządzania ruchem towarowym uruchomiono w połowie 1978 r., a obszerny etap kontroli ruchu taboru kolejowego na jesieni 1979 r., po oddaniu do eksploatacji systemu informacji i awizacji taboru.

Omawiany tu pierwszy etap systemu w całości zakończony będzie w roku 1981. Ogólnie biorąc obejmować on będzie pracę systemu w zakresie informacyjnym i planowania pracy przewozowej. Od roku 1982 przewiduje się dal-



Rys. 1.

szy rozwój i rozbudowę systemu, które pójść w dwóch kierunkach, a to rozszerzenia zakresu i objęcie systemem nowych dziedzin działania kolei oraz rozszerzenie i pogłębienie ogólnej koncepcji systemu.

Pierwszy kierunek rozbudowy przedstawiony jest na rysunku w układzie docelowym, gdy systemem będą objęte: sterowanie transportem na DB, obsługa klientów, działalność eksploatacyjna oraz utrzymanie środków technicznych kolei.

Na szczególne podkreślenie zasługuje, iż na podstawie analizy przebiegu taboru będzie automatycznie planowany jego remont, a na podstawie analizy obciążenia ruchowego poszczególnych odcinków linii kolejowych DB będą planowane remontowe roboty torowe.

Drugi kierunek rozbudowy polegać będzie na rozszerzeniu zakresu bezpośredniego sterowania ruchem kolejowym, gdyż jak wspomniano wcześniej w pierwszym etapie system ograniczony jest do realizowania procesów informacyjnych i planowania.

Realizacja tego zamierzenia następować będzie w wielu podetapach. Przede wszystkim zajęto się automatyzacją stacji rozrządowych za pomocą systemów komputerowych. Wyposażono już stacje rozrządowe Seelze (stacja próbna), Mannheim, Saarbrücken i wielką nową stację Maschen; następne wielkie stacje będą sukcesywnie wyposażane w systemy komputerowe. W obecnym układzie stacje te stanowią samodzielne jednostki zbierające i wysyłające informacje i meldunki. Włączenie ich w zintegrowany system automatycznego sterowania transportem spowoduje, że przejmie on centralne przekazywanie informacji i sterowanie

procesami zarządzania stacjami, które z kolei wprowadzać będą do systemu informacje o wyprawionych z nich pociągach.

W następnej kolejności przewiduje się objęcie sterowaniem centralnym regulowania ruchu na liniach kolejowych DB, wyposażonych w komputerowe urządzenia zdalnego sterowania. Zintegrowany system otrzymywać będzie informacje o sytuacji ruchowej od tych urządzeń, a przekazywać im będzie polecenia w zakresie sterowania ruchem.

Cały ten skomplikowany proces techniczno-organizacyjny i inwestycyjny przyniesie wiele efektów ekonomicznych. Po pierwsze — dzięki znacznemu usprawnieniu współpracy z klientami kolei oraz lepszej informacji ruchowej transport będzie prowadzony precyzyjnie i szybko. Po wtóre, system planowania napraw i remontów podniesie niezawodność pracy kolei. Jeśli dodać jeszcze korzyści związane z zatrudnieniem i warunkami pracy personelu kolejowego, przewiduje się amortyzację przedsięwzięcia w ciągu niewielu lat.

Przedstawiony w niniejszym artykule — w ogólnych zresztą zarysach — problem opracowania i wdrażania przyszłościowego zintegrowanego systemu automatycznego sterowania transportem kolejowym na przykładzie kolei RFN pozwoli, zdaniem autora, na samodzielne zapoznanie się szerokiego kręgu Czytelników z zadaniami czekającymi PKP w tym zakresie.

Informacje dotyczące działań DB zaczerpnięto z czasopisma RFN: „Siemens — Zeitschrift” Nr 3/77 — s. 124 — 127, Die Deutsche Bundesbahn Stellt die Weichen für die Zukunft”.

Z PRASY ŚWIATOWEJ

Trakcyjne połączenia poprzeczne i torowe obwody prądu zmiennego

Pojęcia obwodów torowych i pękniętych szyn powszechnie łączą się ze sobą przez to, że pierwsze wykrywają i ostrzegają o istnieniu drugich. Zadaniem obwodów torowych jest przede wszystkim wykrywanie pociągów. Jeśli uruchomiony jest sygnał ostrzegawczy o pęknięciu szyny — tym lepiej, ale ważniejsze jest tutaj to, aby pęknięcie szyny nie powodowało zaniku sygnalizacji, ponieważ obwód torowy przestaje działać zgodnie z założeniem.

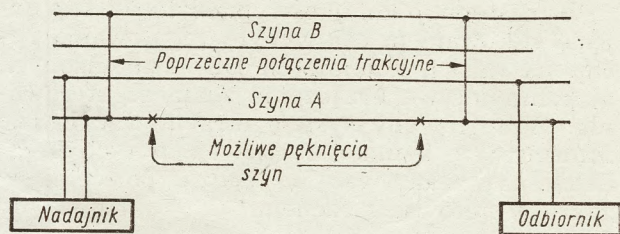
Na zelektryfikowanej linii zdolność obwodu torowego prądu zmiennego do wykrywania obecności pociągu może być mniejsza, gdy połączenia poprzeczne są wykonane z sąsiednimi torami, aby poprawić tym samym przepływ

zwrotny prądu trakcyjnego. Gdy połączenia poprzeczne są doprowadzone do punktu środkowego dławika torowego, duże znaczenie odgrywa znajomość ważności różnych czynników wpływających na projektowanie obwodów torowych. Głównym zadaniem byłoby szczegółowe studium; poniżej zamieszczono krótkie wprowadzenie do kluczowych zagadnień, które są wynikiem symulacji komputerowej i badań praktycznych.

Symulacja komputerowa

W symulacji wykorzystano układ przedstawiony na rysunku, który został wybrany świa-

domie, aby zaakcentować potencjalne niebezpieczeństwa.



Odległość od nadajnika do odbiornika wynosi 1000 m. Założono, że połączenia poprzeczne występują tylko przy nadajniku i odbiorniku.

W normalnych warunkach wspólna szyna jest połączona do ziemi przez konstrukcję podtrzymującą linię nośną. Stanowi ona jednak zmienną i stąd nienajlepsze jest połączenie z ziemią (uziemiaenie). W związku z tym przyjęto najgorszy przypadek, w którym oporność uziemiaenia połączeń z konstrukcją jest zbyt wielka, aby brać ją pod uwagę.

Rozstaw szyn wynosi 1435 mm, a zmiany w oporności podsypki przyjęto z przedziału od 2 do 20 Ω na 1000 m. Bocznikowanie pociągu wynosi 0,5 Ω . Charakterystykę szyn symulowano zależnie od częstotliwości obwodu torowego.

Symulacja nie wykraczała poza nadajnik i odbiornik, tak więc zaniedbano zasilanie obejściowe przez połączenia poprzeczne od sąsiednich obwodów torowych. W niektórych rodzajach obwodów torowych może to wywoływać dalsze ujemne skutki.

Do obliczeń na zasilanie przyjęto źródło o stałym napięciu, połączone szeregowo obwodem torowym. Przy odbiorniku całkowita impedancja szyn obwodu torowego jest skupiona w jedną impedancję złożoną, a napięcie w torze na odbiorze jest mierzone przez nią. W przykładach tych impedancje przyjęto za czystą rezystancję.

Graficzna interpretacja wyników symulacji

Graficzna prezentacja wyników symulacji ma tę zaletę, że tworzy bezpośrednio porównywalne krzywe. Działaniu obwodu torowego są stawiane dwa wymagania. Po pierwsze — musi być on nie zajęty przez pociąg na odcinku toru przy małej oporności podsypki, a po drugie — powinien on wykrywać obecność pociągu o oporności bocznikowania 0,5 Ω przy dużej oporności podsypki.

Wykresy pokazują napięcie torowe na odbiorniku szyny jako procent napięcia odbiornika.

Gdy odbiornik obwodu torowego wzbudza, np. 95% napięcia wzbudzenia odbiornika, wtedy — w teorii — dopuszczalny obwód torowy może być ustawiony dla różnych warunków, w których bocznikowana krzywa jest niższa niż 95% minimalnego napięcia odbioru.

Jasne jest, że każda krzywa bocznikowana — która przekracza 100% — jest niedopuszczalna, ponieważ napięcie odbioru będzie wyższe niż minimalne napięcie odbioru, co pociągnie za sobą niebezpieczne stany sygnalizacji.

Wyniki symulacji

Wykresy oznaczone numerami nieparzystymi są obliczone dla obwodu torowego 300 Hz, a parzystymi — dla 1700 Hz. Wykresy 1 i 2 mogą być porównywane, gdyż wykazują jak te częstotliwości różnią się przy bocznikowaniu 0,5 Ω .

Obwód torowy 1700 Hz bocznikuje lepiej w okolicy środka, natomiast obwód 300 Hz — przy końcach.

Wynik pęknięcia szyn jest bardzo podobny dla obu obwodów torowych, przy najwyższym bocznikowym napięciu odbioru, wynoszącym ok. 80% minimalnej wartości napięcia wzbudzenia. Tego rodzaju wykresy zmuszają do rozważań, ponieważ w praktyce obwód torowy będzie ustawiony bez pęknięcia szyny i będzie nieznacznie przesterowany napięciowo. W praktyce najniższy spadek bocznikowania będzie bardzo bliski napięcia wzbudzenia odbiornika.

Wpływ znacznego wzrostu impedancji na końcach obwodu torowego na nadajniku i odbiorniku pokazano na rysunkach 3 i 4. Obwód torowy 300 Hz bez pęknięć szynowych może być łatwo wyregulowany, ponieważ najgorsze bocznikowanie stanowi ok. 45% minimalnego napięcia wzbudzenia odbiornika. Gdy jednak wystąpią pęknięcia szyn, powstaje bardzo niebezpieczna sytuacja. Rysunek 4 przedstawia, że tak wysokie oporności końcowe nie mogą być tolerowane w obwodzie torowym 1700 Hz, ponieważ bocznikowanie w środku jest niedopuszczalne.

Na podstawie wykresów 4 i 5 można zauważyć, że wtedy, gdy oporność podsypki nie jest zbyt wysoka, pęknięcie szyny nie będzie niebezpieczne. Przedstawiony przypadek ilustruje niebezpieczeństwo polegania wyłącznie na wynikach badań praktycznych, bez popierania ich badaniami teoretycznymi.

Wykresy 5, 6, 7 i 8 stanowią grupę obrazującą różne cechy. Po pierwsze, należy zauważyć wpływ na charakterystykę bocznikowania szyn bez pęknięcia, gdy impedancje nadajników i odbiornika nie są równe. Można wtedy zauważyć, że obwód torowy najlepiej bocznikuje na końcu o najwyższej impedancji.

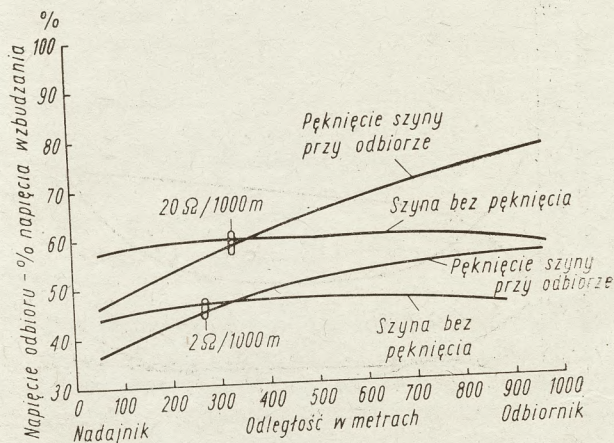
Porównując wykresy 5 i 7, a później 6 i 8 można zauważyć wpływ przesuwania pęknięcia szyny od końca odbiornika w kierunku końca z nadajnikiem. W przypadku obwodu torowego 1700 Hz oporności końcowe zostały dobrane celowo, aby wykazać, że mogą być uzyskane warunki, gdy charakterystyki bocznikowania są praktycznie identyczne — niezależnie od tego, przy którym końcu znajduje się pęknięcie szyny. Z drugiej strony — wykresy 5 i 7 dobrano tak, aby wpływ przesuw-

nięcia pęknięcia od końca z odbiornikiem do końca z nadajnikiem był bardziej widoczny.

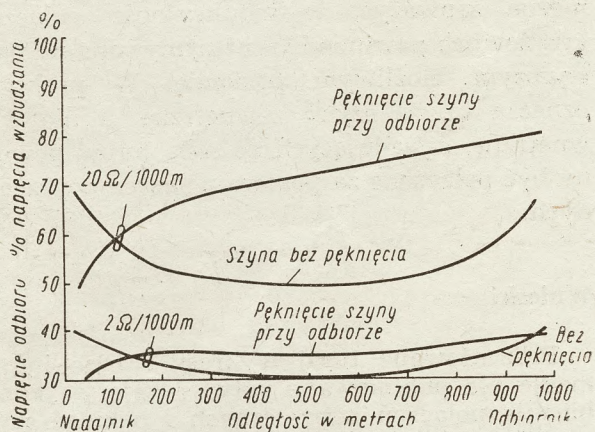
Należy z tego wyciągnąć wniosek, że normalnie najmniej korzystne warunki bocznikowania będą uzyskane wtedy, gdy pęknięcie szyny wystąpi na końcu o najniższej impedancji końcowej. Jednakże, tam gdzie krzywa — bez pęknięcia szyny — jest asymetryczna, jak w przypadku wykresów 6 i 8, trudno jest przewidzieć, który z końców obwodu torowego będzie najbardziej wrażliwy na występowanie pęknięcia szyny.

Wykresy 9 i 10 przedstawiono dla porównania z wykresami 1 i 2, aby wykazać znaczenie indukcyjności przepływu w połączeniach poprzecznych.

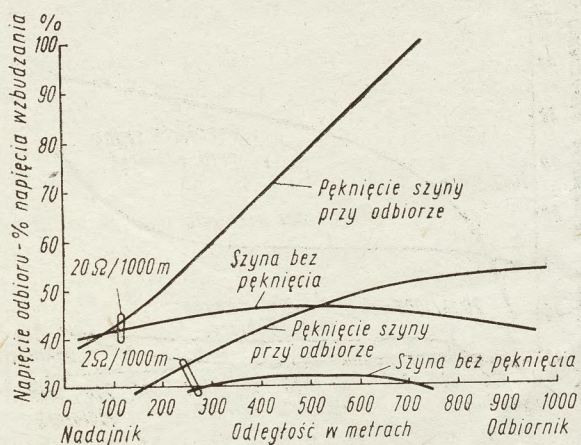
Indukcyjność ta będzie zawsze większa niż indukcyjność szyn, ale jej wartość zależy od wzajemnego wpływu indukcyjności na inne części obwodu torowego, a co za tym idzie — nie można uzyskać dokładnych wartości do wykorzystania w symulacji.



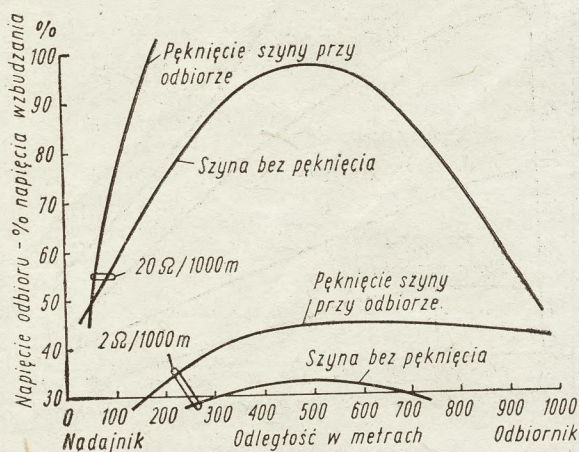
Rys. 1. Częstotliwość 300 Hz, rezystancja zasilania 1,0 Ω, rezystancja odbioru 1,0 Ω, indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



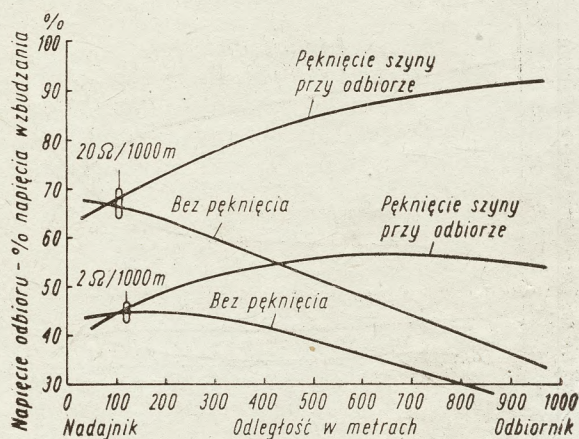
Rys. 2. Częstotliwość 1700 Hz, rezystancja zasilania 1,0 Ω, rezystancja odbioru 1,0 Ω, indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



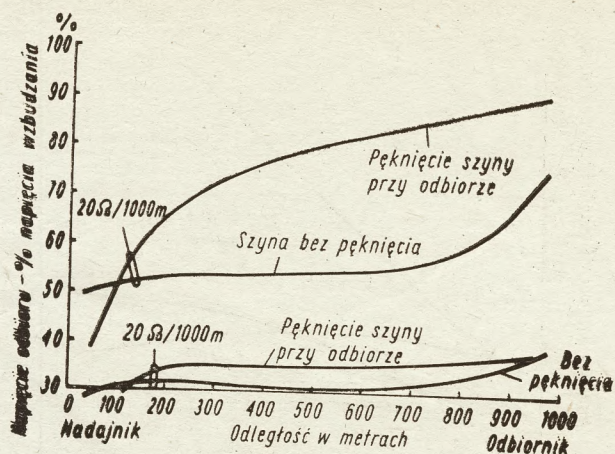
Rys. 3. Częstotliwość 300 Hz, rezystancja zasilania 10,0 Ω, rezystancja odbioru 10,0 Ω, indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



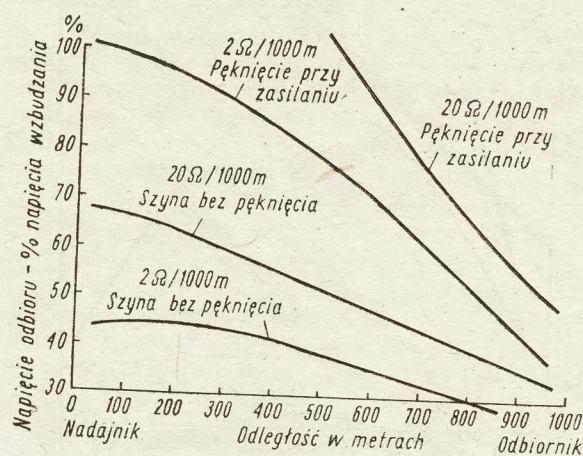
Rys. 4. Częstotliwość 1700 Hz, rezystancja zasilania 10,0 Ω, rezystancja odbioru 10,0 Ω, indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



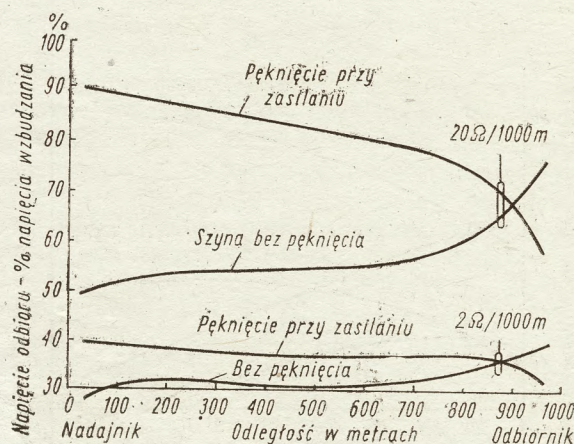
Rys. 5. Częstotliwość 300 Hz, rezystancja zasilania 10,0 Ω, rezystancja odbioru 1,0 Ω, indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



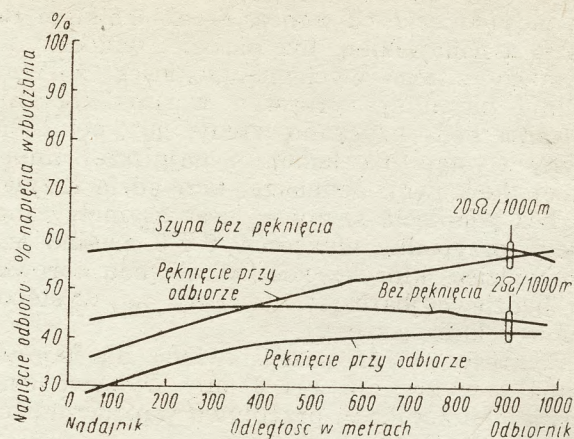
Rys. 6. Częstotliwość 1700 Hz, rezystancja zasilania 2,0 Ω , rezystancja odbioru 1,0 Ω , indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



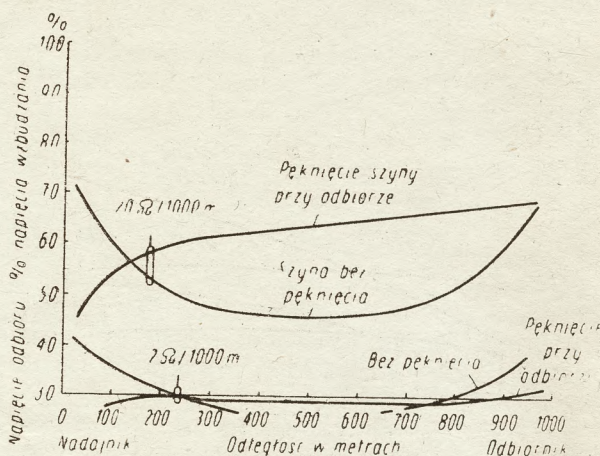
Rys. 7. Częstotliwość 300 Hz, rezystancja zasilania 1,0 Ω , rezystancja odbioru 10,0 Ω , indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



Rys. 8. Częstotliwość 1700 Hz, rezystancja zasilania 2,0 Ω , rezystancja odbioru 1,0 Ω , indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie przy odbiorze



Rys. 9. Częstotliwość 300 Hz, rezystancja zasilania 1,0 Ω , rezystancja odbioru 1,0 Ω , indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie szyny przy odbiorze



Rys. 10. Częstotliwość 1700 Hz, rezystancja zasilania 1,0 Ω , rezystancja odbioru 1,0 Ω , indukcyjność połąc. poprzecznego = 1,5 x indukcyjność szyny, pęknięcie szyny przy odbiorze

Porównując wykresy od 1 do 9 i od 2 do 10 można zauważyć, że indukcyjność połączeń krzyżowych powinna być utrzymywana na najwyższym możliwym poziomie. W praktyce oznacza to, że szyny zewnętrzne, a nie wewnętrzne, sąsiadujących ze sobą torów powinny być połączone za pomocą połączeń poprzecznych.

Wnioski

Prezentowane tutaj wykresy i inne informacje nie publikowane potwierdzają, że kombinacja połączeń poprzecznych i pęknięć szyn tworzy problemy dla wszystkich obwodów torowych o częstotliwościach słyszalnych.

Wiele można nauczyć się z dokładnej analizy wykresów. Zwłaszcza impedancje końcowe powinny być utrzymane w niskich war-

tościach — jeśli to możliwe równych. Natomiast, jeżeli prosta forma połączeń krzyżowych stosowanych przy symulacji ma być zastosowana w praktyce, zaleca się, aby szyny zewnętrzne były połączone i aby indukcyjność połączeń poprzecznych była wysoka.

Tam gdzie to możliwe, problem powinien być zredukowany do minimum przez zastosowanie przymocowanego w środku połączenia dławika torowego dla połączenia poprzecznego.

Alternatywnie, jeśli obwód torowy jest zabezpieczony przed obwodami obejściowymi od

sąsiednich obwodów torowych, można uniknąć takich problemów stosując tylko jedno połączenie poprzeczne w obwodzie torowym.

Na podstawie:

Burdon I. P., BSc: Electrical aspects of the Glasgow Underground. Railway Eng. Int. 1980 vol. 5 nr 6 s. 24—26

Na podstawie artykułu Millera G. D.: Traction cross-bonds and a.c. track circuits. Railway Gazette International 1980 nr 12, s 1052—1053

Opracowała mgr IZABELLA SZAREK

Kontrola prędkości i drogi hamowania w metrze Amsterdamu

Z wprowadzeniem kontroli szybkości i drogi hamowania (GBÜ) amsterdamskie metro otrzymało nowoczesny system oddziaływania toru na pojazd, który przy punktowym przekazywaniu informacji daje ciągłą liniową kontrolę. Przez nieuwzględnienie drogi poślizgu za semaforami osiągnięto bardzo dużą przelotność szlaku. Podczas dwuletniej eksploatacji system okazał się niezawodny. W artykule opisano funkcję poszczególnych części systemu, jak również omówiono doświadczenia eksploatacyjne.

Wstęp

14.10.1977 r. nowe metro w Amsterdamie rozpoczęło eksploatację. Obecnie stosowany system automatyzacji i zabezpieczenia ruchu pociągów dopuszcza ręczne sterowanie ruchem. W przyszłości planowane jest, za pomocą systemu liniowego oddziaływania toru na pojazd (LZB), automatyczne sterowanie ruchem pociągów.

Problem i rozwiązanie

Bezpieczeństwo ruchu pociągów opiera się na obserwacji semaforów na szlaku, za które odpowiedzialny jest maszynista. By zapewnić bezpieczeństwo ruchu pociągów także przy nieważnej obserwacji maszynisty, firma AEG—TELEFUNKEN opracowała system punktowego oddziaływania toru na pojazd, tzw. kontrolę szybkości i drogi hamowania (GBÜ). Ma on za zadanie kontrolować w sposób ciągły szybkość pociągów i włączyć hamowanie przed semaforami, wskazującymi ograniczenie szybkości lub koniec toru.

Opis systemu

Koncepcja systemu

GBÜ składa się z nadajnika sygnałów, umieszczonego w torze oraz wyposażenia na lokomotywie. W skład wyposażenia na lokomotywie wchodzi: antena, urządzenie przewoźne, pulpity obsługi i informacji oraz nadajnik im-

pulsów umieszczony na zestawie kołowym. Każdemu semaforowi, jak również zakończeniu toru, przyporządkowano jeden nadajnik sygnałów. Instalowano je w torze w odległości drogi hamowania, która po uwzględnieniu maksymalnej szybkości 72 km/h i opóźnieniu hamowania równym $0,8 \text{ m/s}^2$ wyniosła 250 m.

Podczas przejeżdżania nad nadajnikiem sygnałów na pojazd zostaje przekazana informacja o sygnale, jaki wskazuje zbliżający się semafor. Przekazywane są dwa rodzaje informacji: „jazda dozwolona” (światło zielone — stałe) i „jazda ograniczona” (światło czerwone, żółte, żółte migające i zielone migające).

Nadajnik sygnałów w zakończeniach torowych ma stały rozkaz „jazda ograniczona”. Przekazana na pojazd informacja zostaje przetworzona i na pulpicie sygnalizacji kabinowej (informacji) objawia się świeceniem jednej z dwóch lampek: czerwonej dla „jazdy ograniczonej” i białej dla „jazdy dozwolonej”.

Równocześnie z urządzeniem przewoźnym staruje nadajnik funkcyjny, który wykreśla krzywą charakterystyczną szybkości od drogi $V = f(s)$.

By uruchomić pojazd, maszynista musi za pomocą przycisków wstępnego wybierania, wybrać najwyższą dopuszczalną na danej linii szybkość. Są to szybkości 20, 40, 70 km/h. Urządzenie przewoźne, odpowiednio do wybranej szybkości, ustala w pamięci (zakodowuje) szybkość kontrolną, która prócz tego wskazywana jest za pomocą drugiej wskazówki na szybkościomierzu. Gdy tylko pojazd przekroczy zadaną szybkość kontrolną, zostaje włączone nagłe hamowanie. Wyłączyć je można dopiero po zatrzymaniu się pojazdu. Po otrzymaniu rozkazu „jazda ograniczona” urządzenie przewoźne włącza szybkość kontrolną, zgodną z krzywą charakterystyczną, tworzoną przez nadajnik funkcyjny.

W przypadkach normalnych maszynista musi tak prowadzić pojazd, by szybkość rzeczywista nie przekroczyła szybkości kontrolnej. W innych przypadkach, gdy maszynista w porę nie uruchomi hamulców, urządzenie przewoźne włączy za niego hamowanie nagłe.

Przy zmianie sygnału na „jazda dozwolona” maszynista włącza przycisk maksymalnej prędkości jazdy; „czerwona” lampka zmienia się na „białą” i pojazd ze zmniejszoną prędkością może przejechać koło semafora. Prędkość 70 km/h można wybrać tylko po uprzednim zatrzymaniu się. Przy wystąpieniu usterki w urządzeniu nagłego hamowania, sterowanego przez GBÜ, maszynista po zachowaniu szczególnych przepisów może odłączyć zaplombowany łącznik awaryjny, by móc pojazd sprowadzić do warsztatu naprawczego.

Bloki funkcyjne GBÜ,
które mają następujące zadania:

- **Nastawnia**
Na podstawie meldunków o zajętości obwodów torowych i nastawieniu dróg przebiegu nastawnia steruje odpowiednimi wskazaniami na semaforach jak również stosownie do wskazań przełącza nadajniki sygnałów.
- **Nadajnik sygnałów**
Nadajnik sygnałów zawiera generatory akustycznej i wysokiej częstotliwości oraz antenę nadawczą. Przy sygnale „jazda dozwolona” wysoka częstotliwość zostaje zmodulowana częstotliwością akustyczną.
- **Anteny**
Anteny, oprócz pręta ferrytowego, mają niezbędne elementy dopasowujące.
- **Pulpit sterujący**
W zależności od sygnałów ze wszystkich pulpitów w kilkuczołowym pociągu zostaje ustalony pulpit sterujący.
- **Przełącznik antenowy**
Przełącznik antenowy wybiera antenę położoną w przodzie w stosunku do pulpitu sterującego.
- **Przetwarzanie sygnałów**
Wychodzące z załączonej anteny sygnały zostają przez filtr rozdzielone od zakłóceń i wzmacnione. Następuje badanie, czy sygnał jest modulowany lub nie i w zależności od tego powstają rozkazy „jazda dozwolona” lub „jazda ograniczona”. Ww. rozkazy sygnalizowane są paleniem się białej lub czerwonej lampki na pulpicie, a każdy sygnał, niezależnie od modulacji, załącza „start” krzywej charakterystycznej hamowania.
- **Nadajnik impulsów na kole (RiG)**
Dla określenia rzeczywistej szybkości i przejechanej drogi zamocowany jest na łożysku koła nadajnik impulsów, który wysyła dwa ciągi impulsów przesunięte elektrycznie o 90°. Na jeden obrót koła wysyłane są 64 impulsy.
- **Dopasownik**
W celu dopasowania RiG do różnych średnic kół, stosuje się przełączalną przekładnię stopniowaną.

- **Tworzenie krzywej charakterystycznej hamowania**
Po otrzymaniu rozkazu „start” urządzenie funkcyjne oblicza szybkość kontrolną w zależności od drogi.
- **Zwolnienie**
Po przetworzeniu sygnałów i ustaleniu obrazu semafora jako „jazda ograniczona” sygnał kontroli szybkości zostaje przełączony. Przy braku obrazu semafora podana zostaje maksymalna szybkość kontrolna 72 km/h.
- **Wybór prędkości**
W zależności od pulpitu sterującego wybierane są odpowiednie przyciski wstępnego wybierania (20, 40, 70 km/h).
- **Graniczna wartość prędkości**
Wybrana wstępnie prędkość zostaje przetworzona w analogową wartość napięcia.
- **Wybór mniejszej prędkości**
Kontrolny sygnał prędkości podany przez blok zwolnienia porównany zostaje z aktualną prędkością wstępnego wybierania i wartość mniejsza zostaje przełączana dalej.
- **Ustalenie prędkości rzeczywistej**
Wiele impulsów pochodzących z dopasownika zostaje zamienionych podczas przemiany napięciowo-częstotliwościowej w analogowy sygnał prędkości.
- **Porównanie prędkości**
Prędkość kontrolna porównana jest z prędkością rzeczywistą. Gdy prędkość rzeczywista przekracza kontrolną, wówczas urządzenie wysyła sygnał nagłego hamowania.
- **Sterowanie nagłym hamowaniem**
Przychodzący sygnał nagłego hamowania załącza wskaźnik i zostaje przez urządzenie zapamiętany. Gdy plombowany przycisk zakłócenia ustawiony jest w pozycji „praca”, wówczas sygnał nagłego hamowania prowadzi do włączenia hamulców.

Budowa mechaniczna i elektryczna

- **Nadajnik sygnałów**
Zainstalowany jest 250 m przed każdym semaforem bezpośrednio na podkładzie. Pręt ferrytowy ułożony jest poziomo i poprzecznie do kierunku jazdy. Elementy elektroniki na płytkach drukowanych. Całość w obudowie z lekkich metali.
- **Antena**
Anteny instalowane są na każdym pierwszym i ostatnim zestawie kołowym jednostki dwuczołowej. Elementy strojeniowe oraz ferrytowa odbiorcza antena prętowa umieszczone są w jednej obudowie.

- Urządzenie przewoźne
Zbudowane z ujednoliconych modułów. Moduły w formie kaset umieszczone są w stojaku ściennym i zabezpieczone przed niepożądaną ingerencją dużą osłoną z pleksi. Połączenia między grupami za pomocą kabli zakończonych wtykami.

Utrzymanie i możliwości kontroli

Wszystkie stany łączeniowe sygnalizowane są diodami świecącymi. Mierzone wielkości można odczytywać na przyrządzie pomiarowym za pomocą przełącznika. Występujące zakłócenia można tym sposobem szybko lokalizować i przez wymianę modułu (kasyety) likwidować.

Dotychczasowe doświadczenia i perspektywa

By wypróbować system GBÜ zbudowano najpierw funkcyjny egzemplarz wzorcowy, którego testowanie rozpoczęto od lutego 1976 r. zaś od 14.10.1977 r. gotowy był kompletny system. Od tego czasu wszystkie urządzenia pracują bezusterkowo i wykazują wysoką niezawodność. W miejsce impulsowego nadajnika na kole zainstalowano na pojeździe urzą-

dzenie radarowe wykorzystujące zjawisko Dopplera.

W miejsce punktowej transmisji danych można zastosować liniową transmisję związaną z ułożeniem torowych obwodów kablowych.

Podsumowanie

Z urządzeniem kontroli szybkości i drogi hamowania (GBÜ) firma AEG-TELEFUNKEN stworzyła system oddziaływania toru na pojazd, który pomimo punktowej transmisji umożliwia liniową, ciągłą kontrolę ruchu pociągów.

Przez wprowadzenie krzywej charakterystycznej hamowania, zostaje wymuszone hamowanie także w przypadkach nieuważnej obserwacji szlaku przez maszynistę.

Do tej pory nie uwzględnia się również potrzebnego odcinka toru za semaforem, tzw. drogi poślizgu.

Na podstawie artykułu Rudolfa Zimmera „Die Geschwindigkeits-Bremsweg-Überwachung bei der Metro Amsterdam” (Signal u. Draht 1980 nr 5)

Opracował mgr inż. Ryszard Kostrzewa

Sposób eksploatacji systemów zrk na kolejach brytyjskich

Większość uszkodzeń (ok. 80%) zdarza się przy torze i jest spowodowana stanem urządzeń zrk oraz sposobami działania poszczególnych służb, wpływem środowiska lub wandalizmem. Średni czas pomiędzy powstaniem uszkodzeń wynosi 5 lat dla obwodów torowych i ok. 550 lat dla obwodów sygnalizacyjnych, stosowanych na kolejach brytyjskich.

Istnieją niewielkie szanse na określenie czynników korelacji pomiędzy statystyką uszkodzeń a opóźnieniami. Statystyka dotyczy głównie pociągów, natomiast opóźnienia wynikają z kombinacji różnych czynników — nie tylko technicznych.

Tylko 16% zgłaszanych uszkodzeń powoduje znaczne opóźnienia i dlatego ważne jest sprawdzenie podstawowych informacji o lokalizacji uszkodzeń, typie taboru lub urządzenia.

Oparty na komputerze system powiadamiania, taki jak system awaryjny SATIS, stosowany i opracowany w celu zapewnienia analizy awarii pod względem przyczyny oraz sprzętu, nie wykrywa powtarzania się uszkodzeń.

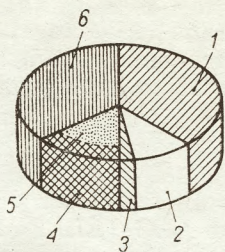
Ponowne sprawdzenie i wykrywanie powtarzających się uszkodzeń musi być prowadzone na podstawie raportów o uszkodzeniach. Informacje zwrotne, pochodzące od służby utrzymania mają ogromne znaczenie w identyfikacji tematów dalszych badań. Podstawa

organizacji utrzymania musi być, w związku z tym, ciągły kontakt i dyskusja pomiędzy inżynierami, kierownictwem i pracownikami.

Zmniejszenie opóźnień dzięki konstrukcji

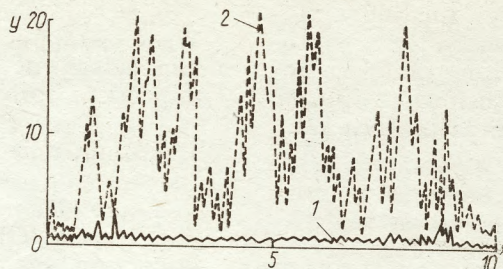
Dla konstruktora mają znaczenie trzy podstawowe czynniki związane z opóźnieniem, a mianowicie: niezawodność, czas przestoju i, wynikające z tego, konsekwencje. W każdym przypadku identyfikacja powtarzających się zdarzeń wydaje się rozwiązaniem idealnym. Zastosowanie ulepszeń wynikających z analizy statystyki regionalnej wymaga dłuższego czasu, co powoduje trudności przy określaniu kosztów. Jednakże w praktyce, pewna część urządzeń przytorowych jest wymieniana lub restaurowana w cyklach 5 ÷ 10-letnich. Innymi, równie ważnymi czynnikami, które mają znaczny wpływ na działanie systemu, są: dobór personelu i jego szkolenie, organizacja utrzymania, kontrola jakości produkcji, instalacji oraz norm.

Głównymi powodami uszkodzeń obwodu torowego (rys. 1) są przyłączenia do szyn, uszkodzenie przewodów i izolacji. Żadna z metod przyłączeń szynowych nie okazała się uniwersalna, a ocena rozwiązań alternatywnych jest trudna z powodu istniejącego współczynnika



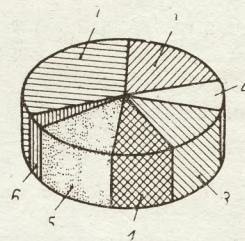
Rys. 1. Uszkodzenia obwodów torowych

1 — połączenia i przewody 40 proc.;
2 — przyłączenia do szyn 9 proc.;
3 — różne 3 proc.; 4 — izolacja podtorza 7 proc.; 5 — izolacja 18 proc.; 6 — inne 30 proc.



Rys. 2. Analiza częstotliwości przyspieszenia pionowego

1 — powierzchnia podkładów betonowych; 2 — prosta linia z torem bezstykowym; OX — częstotliwość (kHz); OY — przyspieszenie (g)



Rys. 3. Przyczyny uszkodzeń zwrotnic. Całkowita liczba uszkodzeń 2865

1 — rozregulowane 24 proc.;
zużyte lub uszkodzone 6 proc.; 3 — uszkodzenia zamknięć 9 proc.; 4 — przeszkody 12 proc.; 5 — warunki atmosferyczne 15 proc.; 6 — zacięcia z powodu braku smarowania 5 proc.; 7 — różne 29 proc.

awarii — 1% rocznie. Głównym czynnikiem wpływającym na różne uszkodzenia przyłączy szynowych są drgania. Znajomość amplitudy drgań i częstotliwości widma jest przydatnym punktem wyjścia do opracowania konstrukcji (rys. 2).

Przykładowo, analizując linię prostą, odpowiednie szczytowe przyspieszenie wynosi 180 g, gdy koło przejeżdża ponad przetwornikiem, spadając do 90 g między punktami szczytowymi. Przy rozjazdach przyspieszenie może być aż czterokrotnie wyższe.

W laboratorium podczas prowadzenia obserwacji rezonansu połączenie jest poddawane drganiom o zapisanej częstotliwości. Badania eksploatacyjne są następnie prowadzone przy rejestrowanym przyspieszeniu odpowiadającym częstotliwości drgań rezonansowych. Porównanie znormalizowanego połączenia (bezpośredni wtyk, kabel 7/1, 35 mm) z proponowanym wtykiem stożkowym ze stali nierdzewnej z końcówką nagwintowaną — do której zamocowano nadlew ograniczający — dowodzi, że w warunkach laboratoryjnych bezpośrednio zetknięty kabel wykazuje pewne oznaki powstających pęknięć żył po badaniach, odpowiadających 10-letnim testom eksploatacyjnym; podczas gdy połączenie wtykiem z końcówką nagwintowaną, w takim samym okresie badawczym, nie wykazuje żadnego zużycia.

Obecne normy wymagają, aby przewody w obwodzie torowym były zaciśnięte na wierzchu podkładu i przylegały ciasno do podstawy, przy przechodzeniu pod szyną, a także zastosowania kabla 50/0,25 mm, aby uzyskać większą elastyczność i mniejszą podatność na drgania. Powoduje to zmniejszenie liczby uszkodzeń. Jedyną zmianą, która mogłaby w przyszłości wynikać z radykalnych ulepszeń, byłoby wprowadzenie specjalnego podkładu z wbudowanymi przewodami kablowymi.

W większości przypadków uszkodzeń izolacji w obwodach torowych wystąpił stopniowy

spadek izolowania szyny, któremu towarzyszyły okresowe uszkodzenia obwodów torowych — przy zmiennej oporności podsypki. Identyfikację uszkodzonej izolacji siodełka szynowego i łapki ułatwiło opracowanie urządzenia kontrolnego „Pandrol Rail Clip Insulation Tester” (PRIT). Może ono być stosowane dodatkowo jako element utrzymaniowo-zapobiegawczy; umożliwia znaczne skrócenie czasu przestoju. Obserwacje prowadzone na linii West Coast Main Line wykazały, że krótkie obwody torowe na dobrej podsypce pracują niezawodnie nawet wtedy, gdy ok. 10% izolacji łapek jest uszkodzonych, natomiast w wilgotnych tunelach tolerancja ta nie przekracza 2,5%. Na liniach kolei szybkich nawet pokryte żywicą połączenia szyn w torze bezstykowym mają żywotność tylko do 2 ÷ 5 lat (wymiana powoduje dalsze następstwa).

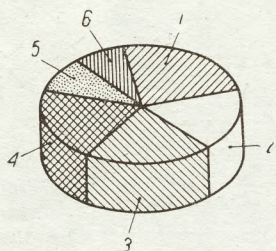
Na liniach zelektryfikowanych (prąd zmienny 25 kV 50 Hz) o torze bezstykowym stosuje się obecnie obwody torowe nakładane. Jeden z takich obwodów może zastąpić dwa lub trzy istniejące obwody torowe prądu stałego.

Uszkodzenia zwrotnic

Różne są przyczyny uszkodzeń zwrotnic (rys. 3). Najczęstszą przyczyną jest rozregulowanie zwrotnic, wynikające ze stopniowych przemieszczeń nawierzchni. Dzięki określeniu poszczególnych wymiarów szerokości toru, przy których wykrywanie zostaje przerwane lub nie, można stworzyć margines dopuszczający niewielkie przemieszczenia toru bez przerywania wykrywania i zapewniający tolerancję dla strat wskutek przemieszczeń zwrotnic. W przypadku zamka ustalającego, który nie zależy od szerokości toru, zmniejsza się liczba takich uszkodzeń.

Instalacje ruchomych krzyżownic w liniach szybkiego ruchu, w znacznym stopniu przyczyniają się do uszkodzeń zwrotnic — 120 instalacji ruchomych krzyżownic w regionie London Midland stanowi 22% wszystkich uszkodzeń zwrotnic, 63% wszystkich uszkodzeń zdarzyło się na liniach o prędkości 160 km/h (100 mil/h). Przyczynami uszkodzeń są głównie rezultaty mechanicznych drgań oraz rozszerzanie się zwrotnic, co wymaga częstych przeglądów utrzymaniowych. Nie zapewni to jednak wymaganego poziomu ulepszeń. Docelowo wprowadza się zastępowanie ruchomych krzyżownic połączeniami zwykłymi.

Podstawowymi przyczynami uszkodzeń przewodów i kabli (rys. 4) są pęknięcia końcówek, uszkodzone kable oraz kradzieże i wandalizm. Uszkodzenia izolacji przewodów są trudne do wykrycia w badaniach, ponieważ oporność wpływowa sygnalizacyjnych urządzeń blokowych jest niska, czego skutkiem są wahania pomiarów zależne od warunków atmosferycznych. Wiele uszkodzeń spowodowały gryzonie lub woda. W takich wypadkach powstawało zetknięcie odizolowanych przewodów.



Rys. 4. Uszkodzenia przewodów i kabli. Całkowita liczba uszkodzeń 1184

1 — pęknięcia 26 proc.;
2 — uszkodzenia 20 proc.;
3 — różne 23 proc.; 4 — kradzież i wandalizm 19 proc.; 5 — pożary 6 proc.; 6 — podbijanie 6 proc.

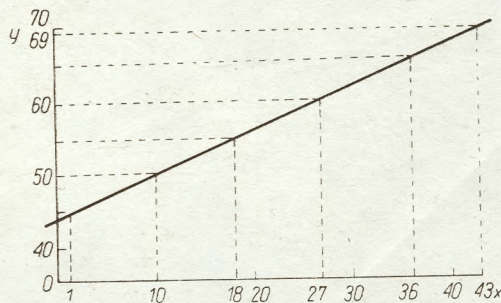
Uszkodzenia tego typu są trudne do wykrycia przy dobrych warunkach atmosferycznych. Prawdopodobnie najlepszym środkiem zaradczym jest odsunięcie sąsiednich żył przewodów w sygnalizacyjnym kablu wielożyłowym, umocowanie ich izolacją karbowaną i zakończenie ich w końcowych stacjach telekomunikacyjnych.

Uszkodzenia obwodów zwykle przypisuje się wysokiej oporności przyłączonej na zestykach. Maksymalna, dopuszczalna oporność przyłączona nowych zestyków srebrnowęglowych wynosi 0,2 Ω ; po ponad sześciu miesiącach wartość ta rośnie stopniowo do około 2 Ω , a następnie oporność wzrasta wolno do przeciętnej wartości 8 Ω , którą osiąga po 15 latach. Niektóre zestyki zanieczyszczają się lub zużywają, czego wynikiem może być niestabilność oporności przyłączonej na zestykach i zmiany oporności od 10 do 10 000 Ω .

Chcąc uzyskać niezawodność działania, konieczne jest dopuszczenie przeciętnej oporności stykowej przynajmniej 8 Ω , aby nastąpił spadek napięcia w przewodach (rys. 5) oraz zmiany napięcia zasilania. Maksymalna liczba zestyków połączonych szeregowo w obwodzie zasilanym ze znormalizowanego prostownika

stosowanego na B.R. wynosi 43, przy czym prostownik nastawiony jest na 69 V pod obciążeniem.

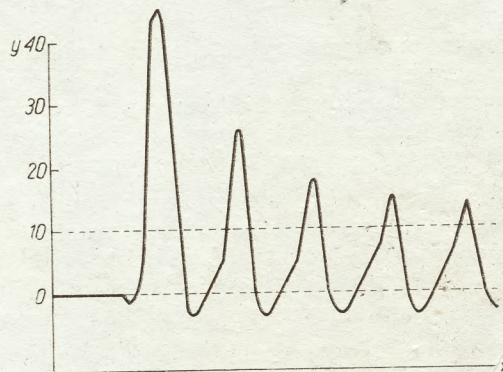
W wielu systemach blokowych typu geograficznego można znaleźć obwody z 80 stykami połączonymi szeregowo. Jest to rozwiązanie, którego nie powinno się stosować w przyszłości.



Rys. 5. Wymagane napięcie zasilania dla kilku kontaktów 8 Ω połączonych szeregowo dla miniaturowego obwodu 50 V, stosowanego na kolejach brytyjskich

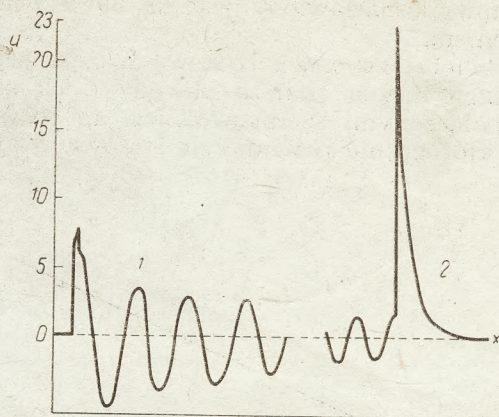
Maksymalne wzbudzenie 40 V; OY — zasilanie V;
OX — liczba kontaktów szeregowych

Zakłócenia w systemach zrk mają trzy źródła: zasilanie oświetlenia, nagły wzrost prądu w transformatorze i nagłe zmiany obciążenia transformatora. System powinien wytrzymywać zakłócenia wynikające z samowzbudzenia i mieć zabezpieczenie przed zakłóceniami z zewnątrz. Zakłócenia udarowe transformatora 650/110 V 1 kVA maksymalnym obciążeniem (rys. 6) jest 25 razy większe niż pełne obciążenie prądem skutecznym, gdy włączenie następuje w punkcie zerowym napięcia. W praktyce czynnik ten jest modyfikowany przez oporność przewodu. Rysunek 7 obrazuje wpływ „tąpnięcia” zestyku, gdy następuje przerwanie zasilania transformatora. Zasilanie dochodzi do transformatora żarówki semafora, gdzie gorący żarnik jest poddany nagłemu wzrostowi prądu, czterokrotnie przewyższającemu prąd dopływający przy włączeniu do zimnego żarnika.



Rys. 6. Transformator 1 kVA — pełne obciążenie włączone

Spadek do 4,3 A w 22 cyklach; OY — prąd (A)



Rys. 7. Transformator głowicy sygnałowej

Zanik do 5 A w 8 cyklach; OY — prąd (A); 1 — włączony; 2 — wyłączony

Dobór bezpieczników

Czy możliwy jest dobór bezpieczników o takiej wartości znamionowej, która zapewniałaby odpowiednie zabezpieczenie i nie uległa uszkodzeniu przy zakłóceniach udarowych, jeśli urządzenie ma wytrzymać zakłócenia powstające w obrębie systemu?

Uzwojenie pierwotne transformatora 1 kVA 650/110 V, przy pełnym obciążeniu 1,5 A, może być zabezpieczone za pomocą bezpieczników typu HRC 2 A, jednak taki bezpiecznik ulegnie przebicciu w ciągu 10 milisekund, przy ośmiokrotnym prądzie pełnego obciążenia.

Aby maksymalny prąd udarowy nie uszkodził bezpiecznika, konieczne jest zastosowanie wartości znamionowej 6 A, która dopuści stały prąd pierwotny 9 A, co stanowi prawie sześciokrotną wartość znamionową transformatora.

Ponieważ podobne uwagi dotyczą całego systemu, wtórny bezpiecznik boczny nie poprawi sytuacji. Na końcu systemu dystrybucji stosuje się bezpiecznik o najniższej wartości znamionowej (3 A), używany na kolei w obwodach prądu zmiennego 110 V i dopuszczający przeciążenia i ewentualne uszkodzenia wyposażenia.

Drugim, ważnym czynnikiem komplikującym ograniczenie uszkodzeń jest wybór skutecznych bezpieczników. Podstawowym wymaganiem jest to, aby takie bezpieczniki zmniejszały wartość znamionową przynajmniej o dwa.

Tam, gdzie prąd zakłócenia ma wartość czterokrotną, jest możliwa niższa wartość znamionowa; należy przyjąć współczynnik trzy jako wyróżnik, aby bezpieczniki o większej wartości znamionowej nie były uszkodzone.

Bezwzględne ograniczenie wynika z wymagań Electricity Board: zasilanie musi być zawarte w odpowiednich przedziałach, aby zapewnić obciążalność bezpieczników o największej wartości znamionowej w warunkach awaryjnych.

Wymaganiom dotyczącym zabezpieczenia i doboru nie mogą sprostać wyłącznie bezpieczniki, dlatego należy zastosować również wyłączniki.

Ponadto, jeśli bezpiecznik nie spełnia podwójnych wymagań dotyczących zabezpieczenia i rozróżnienia, nie należy go w ogóle stosować.

Uszkodzenia różne

Można uniknąć wielu mniej ważnych uszkodzeń, jeśli zwróci się większą uwagę na konstrukcję instalacji tworzonych w przyszłości nawet wtedy, gdy wprowadzanie ulepszeń istniejących systemów mogą okazać się trudne. Występujące przyciski sygnałowe zapewniające ustawienie drogi przebiegu oraz słabe zestyki powodują, że wymiana sygnałów następuje przedwcześnie; oba te uszkodzenia są trudne do wykrycia.

W zdalnych systemach sterowania obwody rejestrujące powinny być zastąpione izolatorami optycznymi. Rezerwowe systemy przekaznikowe systemów zdalnego sterowania nad liniami telefonicznymi GPO (General Post Office) do ważnych blokad powinny być obsługiwane niezależnie od nastawiania dróg przebiegu, gdy zawodzi zdalne sterowanie lub — gdy jest ono ponownie uruchamiane.

Tam gdzie to możliwe, należy stosować raczej obwody OR* (równoległe) niż AND** (szeregowe), a długie obwody szeregowo powinny być zastępowane układami kaskadowymi. Obwód sygnalizacyjny typu BR należy stosować jako obwód bezpieczny w razie uszkodzenia, a liczba obwodów powinna być ograniczana do minimum.

Tam gdzie stosuje się poszczególne blokady, ustawienie dróg przejazdu itd., zakłócenie zasilania na jednej blokadzie lub na obu nie powinny powodować stałego „wyłączenia” obwodów kontrolnych pomiędzy blokadami.

Wpływ czasu przestoju na ruch pociągów

Konstruktor musi przewidywać uszkodzenia oraz brać pod uwagę czas przestoju i opóźnienia przekazu sygnałów. Podstawowe informacje muszą docierać do nastawniczego w formie komunikatów, które nie wprowadzają w błąd, ani nie zostają przedstawione w zupełnie błędnej formie w razie uszkodzenia. Oznaczenia nie mogą mieć innych znaczeń w warunkach awaryjnych. Gdy zawodzi system zdalnego sterowania, wszystkie obwody torowe nie powinny pokazywać — tor „zajęty”, punkty kontrolne nie powinny wskazywać zaniku łączności ani ostatniego, obecnego wskazania. Czy rzeczywiście lepiej jest wygasić odczyty, gdy zawodzi system zdalnego sterowania?

Nie więcej niż dwa końce zwrotnicy powinny być przydzielone do jednej tablicy, a krzyżownice powinny mieć niezależny numer.

*) lub

**) i

Zmniejszy to znacznie opóźnienia wynikające z uszkodzenia zwrotnicy, redukując liczbę linii wymagających zamykania iglic zwrotniczych przed ruszeniem pociągów.

Podczas uszkodzenia sygnalizacji jest pomocny wykres rozmieszczenia z monitorowaniem i oznaczeniem zasilaczy, prądnic oraz wykrywania upływu prądu. Liczniki panelowe w tablicach rozdzielczych powinny być wyposażone w kontakty alarmowe. Umieszczenie uszkodzeń rozpraszania oraz granice obszaru objętego awarią mogą być uzyskane dzięki zdalnie kierowanemu wyłącznikom.

Pożądane jest zastosowanie monitorów oraz urządzeń badawczych z opartym na komputerze wykrywaniem i zapisem uszkodzeń, a system zdalnego sterowania musi identyfikować uszkodzenie w nastawni lub w terenie. Wszystkie przewody przed wprowadzeniem do przełącznikowni powinny być oznakowane tabliczkami co ok. 50 m, tak aby umożliwić łatwą identyfikację w razie pożaru przewodów.

Tam gdzie wymaga się więcej niż cztery szafy, konieczne jest zbudowanie niewielkich budynków z betonu lub stali. Zauważono niewielką poprawę prezentacji informacji w przekazywanych meldunkach. Przykładem może być stosowanie w tabelach na wykresie „typowych” wykresów dla zestawów przewodów geograficznych z unikalnymi paskami identyfikacyjnymi. Śledzenie obwodu na takich wykresach może być czasochłonne. Proces ten można uprościć przez wykreślenie indywidualnych rysunków dla poszczególnych obwodów, w taki sposób, że identyfikacja obwodów odbywa się, tak jak odszukiwanie punktów na mapie.

Większe znaczenie, jako przyczyna uszkodzeń, ma naturalne zużycie urządzeń. Każda z nowych generacji urządzeń nie w pełni eliminuje starsze, które stają się coraz mniej niezawodne, a jednak muszą być konserwowane, przy czym remonty są ograniczone brakiem funduszy. Koszt wymiany po stosunkowo krótkim okresie eksploatacji, możliwość dal-

szej przebudowy oraz koszty urządzeń muszą być uwzględniane przy projektowaniu, ponieważ urządzenia elektroniczne są coraz częściej stosowane w sygnalizacji. Obecnie od 3 lat stosuje się obwody scalone, których już się nie produkuje.

Tylko normalizacja elementów elektronicznych i kompletnych urządzeń mogą rozwiązać ewentualne przyszłe trudności związane z utrzymaniem.

Przyszły rozwój

Po zidentyfikowaniu tych obszarów, gdzie ulepszenia mogą skrócić opóźnienia i zwiększyć niezawodność, pozostaje jeden czynnik — czas dostrzeżenia uszkodzenia. Nawet i tutaj projekt może mieć zasadniczy wpływ, ponieważ gdyby można było nie tylko obserwować i identyfikować stany awaryjne urządzeń, ale również i parametry eksploatacyjne, można by wtedy identyfikować oraz zauważać rozwijające się uszkodzenia, zanim zaczną one wpływać na cały system.

Taki system obserwacji mógłby w każdym miejscu służyć badaniu elementów układu zasilania, prądnic, wykrywaczy upływu prądu itp., a także sprawdzaniu, czy mierzone wartości mieszczą się w granicach tolerancji.

Mógłby on ponadto rejestrować stan żarników w lampach sygnalizacyjnych, a także w pewnych rejonach sprawdzać parametry obwodów torowych. Dane pochodzące z urządzeń przytorowych mogłyby być przekazywane do nastawni, przetwarzane i obrazowane ze zwróceniem uwagi na psujący się lub uszkodzony element.

Na podstawie: Stanley P. W.: Design for signalling system performance. Railway Eng. Int. 1980 nr 6, s. 28—30

Opracowała: mgr IZABELLA SZAREK

(C.d. z 4 strony okładki)

a pozostałe sześć do różnych typów lokomotyw. Maszynista wybiera odpowiedni kod naciskając przycisk wybieraka kodów.

Dla prowadzenia aktualnych badań pięć elektrycznych jednostek trakcyjnych i pięć lokomotyw spalinowych wyposażono w urządzenia ATŚ-P. JNR obserwują sposób, w jaki maszyniści obsługują pociągi z nowymi urządze-

niami, próbują jednocześnie najkorzystniej umiejscowić induktory kontrolne w kabinie maszynisty, w celu opracowania norm, które można by zastosować w całym systemie.

Na podstawie artykułu:
JNR experiments with continuous speed monitoring.
Railway Gaz. Int. 1980 nr 12 s. 1044

Opracowała: mgr IZABELLA SZAREK

Eksperyment kolei japońskich — stała obserwacja prędkość

Na 40-kilometrowym odcinku arterii Kansai, na zachód od Nagoyi, rozpoczęto próby z unowocześnioną wersją znormalizowanego, automatycznego hamulca torowego (ATS), opracowanego na kolejach japońskich (JNR). Zadaniem urządzenia jest stała kontrola prędkości pociągu. Wprowadza ono za każdym razem automatyczne hamowanie, gdy jest przekroczona maksymalna prędkość dopuszczalna, nawet wtedy, gdy maszynista — zbliżając się do obszaru objętego ograniczeniem prędkości lub do semafora — potwierdził już otrzymanie ostrzeżenia.

Znormalizowany, automatyczny hamulec torowy, stosowany na większości linii JNR, opiera się na induktorach zainstalowanych przy torze 600 m przed semaforami.

Induktory wzbudzają wizualne i dźwiękowe sygnały alarmowe w kabinie maszynisty, od którego wymaga się potwierdzenia otrzymania ostrzeżenia. Jeśli nie potwierdzi on alarmu z powodu nagłego zasłabnięcia lub wypadku, po 5 sekundach uruchamia się hamowanie zatrzymujące pociąg zanim minie on semafor.

System ten ma duże wady: gdy maszynista potwierdzi otrzymanie alarmu, system ATS przestaje działać, natomiast gdy pociąg porusza się z prędkością bezpieczną, sygnał alarmowy wciąż jest włączony informując maszynistę o zbliżaniu się do semafora. Istnieje ryzyko, że gdy maszynista raz naciśnie przycisk, potwierdzając odbiór sygnału, będzie zwracał mniejszą uwagę na sam semafor.

Mimo wprowadzenia zmian takich, jak powtarzanie się sygnału akustycznego po wciśnięciu przez maszynistę przycisku potwierdzenia, specjaliści JNR nie byli zadowoleni z tego systemu, zwłaszcza po zderzeniu, które miało miejsce w Hirano w 1973 r.

W ciągu roku na JNR rozpoczęto serię badań, które doprowadziły do obecnie prowadzonych eksperymentów, znanych jako ATS-P:

- działanie zabezpieczające jest kontynuowane aż do chwili, gdy pociąg osiągnie maksymalną prędkość dopuszczalną lub się zatrzyma. Po zatrzymaniu pociągu system ostrzega maszynistę, gdy uruchamia on pociąg, zanim nie zmieni się semafor przed nim;
- jeśli pociąg porusza się z prędkością, która nie przekracza dopuszczalnej prędkości, nie wysyła się żadnych ostrzeżeń i nie wymaga się od maszynisty potwierdzania ich otrzymania;
- system może być stosowany w każdym pociągu;

- pociągi przystosowane do badań ATS-P mogą być eksploatowane na liniach z istniejącym tam systemem ATS, pociągi wyposażone w znormalizowany ATS mogą być eksploatowane tam, gdzie zainstalowano urządzenia ATS-P;
- system jest mniej kosztowny niż instalacja pełnego systemu automatycznego sterowania ruchem.

Podstawą ATS-P jest ciągła kontrola prędkości pociągu. Gdy maksymalna prędkość dopuszczalna jest przekroczona, pociąg jest automatycznie zatrzymywany.

Induktory umieszczono w torze, na ogół 600 m przed każdym semaforem (czasami zaś 400, 200 lub 100 m). Gdy semafor emituje sygnał „stop”, informacja ta jest przekazywana do kabiny maszynisty. W kabinie, sensory sprawdzają czy informacja pochodząca z induktora jest ważna, a jeśli tak, przekazują dane do rozrządu prędkości. Tam są wytwarzane zakodowane sygnały sprawdzające, a prędkość pociągu jest kontrolowana przez stałe porównywanie jej z informacjami otrzymywanymi z induktora. Jeśli prędkość pociągu jest większa niż prędkość zakodowana, uruchamia się hamowanie awaryjne.

Informacje przekazywane z induktorów torowych zawierają nakazy zatrzymania pociągu lub dane na temat sterowania prędkością. Są trzy rodzaje danych dotyczących zatrzymania: zatrzymanie natychmiastowe, zakodowana informacja ograniczenia prędkości i zatrzymanie zależne od odległości do sygnału, odwołanie polecenia. Dane na temat sterowania prędkością są wysyłane, gdy pociąg zbliża się do łuków i zakrętów.

Kody znormalizowane

Zakodowane informacje, dotyczące sterowania prędkością, powinny uwzględniać dopuszczalną, dla danego pociągu, maksymalną prędkość oraz charakterystykę hamowania; Nie jest to możliwe ze względu na dużą rozpiętość prędkości osiąganych przez różne rodzaje pociągów i różne charakterystyki hamowania; konieczne jest zastosowanie wielu skomplikowanych urządzeń. Dlatego też JNR przeanalizowały wiele prędkości oraz charakterystyk hamowania i na tej podstawie opracowały siedem kodów znormalizowanych. Jeden jest używany do pociągów elektrycznych i spalinowych złożonych z wielu jednostek trakcyjnych,

(dokończenie na 3 s. okł.)